KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

الثورة الصناعية :
1775 - 1839

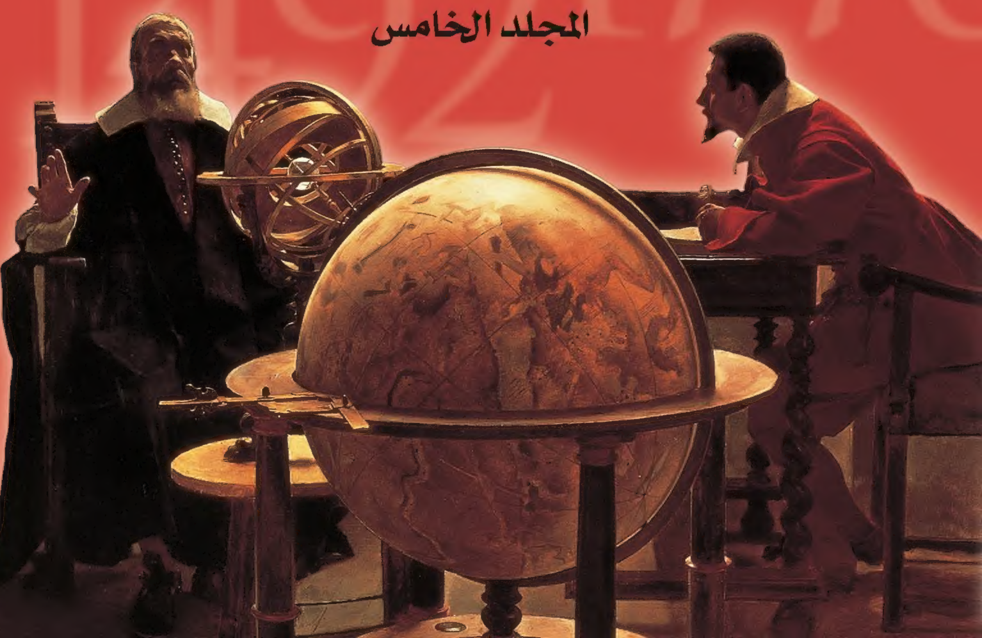


المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا



تأليف: جون كلارك وآخرون
ترجمة: د. مصطفى معرفي

المجلد الخامس



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا

المجلد الخامس

الثورة الصناعية

1839 - 1775

تأليف: جون كلارك

ترجمة: د. مصطفى معرفي

المُراجع العلمي: د. أمل العازمي

الطبعة الأولى: الكويت - 2016

فهرسة
مكتبة الكويت الوطنية أثناء النشر

509 كلارك، جون.

الجداول الزمنية لتاريخ العلوم: timeline of science and technology/

جون كلارك، مايكل آلابي، إيمي جان بيير؛ ترجمة مصطفى معرفي. - ط 1 . - الكويت:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، 2015

10 مج. ؛ 24 سم.

1- العلوم - تاريخ

أ. العنوان

ب. آلابي، مايكل (مؤلف مشارك)

ج. بيير ، إيمي جان (مترجم)

د. معرفي، مصطفى (مترجم)

هـ. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (ناشر)

ردمك: 978-99966-33-68-3

رقم الإيداع: 2015 / 459

بسم الله الرحمن الرحيم



صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي العهد

Published by Grolier
an imprint of Scholastic Library Publishing,
Old Sherman Turnpike
Danbury, Connecticut 06816

Set ISBN 978-0-7172-6101-7
Volume 5 ISBN 978-0-7172-6106-2

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Timelines of science and technology
p. cm.
Includes bibliographical references and index
Contents: v. 1. Origins of science — v. 2. Classical and early medieval science — v. 3. Late medieval and Renaissance science — v. 4. The Scientific Revolution — v. 5. The Industrial Revolution — v. 6. The Age of Steam — v. 7. The Age of Electricity — v. 8. The Atomic Age — v. 9. The Space Age — v. 10. The modern world.
ISBN 978-0-7172-6101-7 (set : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6102-4 (v. 1 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6103-1 (v. 2 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6104-8 (v. 3 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6105-5 (v. 4 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6106-2 (v. 5 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6107-9 (v. 6 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6108-6 (v. 7 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6109-3 (v. 8 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6110-9 (v. 9 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6111-6 (v. 10 : alk paper)
1. Science-History. 2. Discoveries in science.
3. Technology-History. I. Grolier (Firm)

Q125.T587 2006
509—dc22 2005050387

For information address the publisher:
Grolier, Sherman Turnpike,
Danbury, Connecticut 06816

Printed and bound in Singapore.

FOR THE BROWN REFERENCE GROUP

Consultant: Erin Dolan, Virginia Polytechnic and State University, U.S.A.

Project Editor: Graham Bateman
Editor: Virginia Carter
Designer: Steve McCurdy
Research: Geoff Roberts
Production: Alastair Gourlay, Maggie Copeland
Editorial Director: Lindsey Lowe

PICTURE CREDITS
(t = top, b = bottom, c = center, l = left, r = right)

Cover: *Space Shuttle*, NASA Headquarters – Greatest Images of NASA; *19th-Century Steam Train*, Science Photo Library; *Galileo*, AKG-London

6t Schoenberg Center; **6c** TopFoto; **7c** ©2002 Fotomas/Topham/TopFoto; **7b** ©2004 Topham Picture Point/TopFoto; **8t** Bettmann/Corbis; **8–9** Science Museum; **10c** Schoenberg Center; **10b** ©2004 Fotomas/TopFoto: **11c** Science Museum Pictorial; **11b** ©2003 Topham Picturepoint/TopFoto; **12t** ©2003 Charles Walker/TopFoto; **12b** ©2004 Ann Ronan Picture Library/ TopFoto; **13t** ©2003 Topham Picture Point/TopFoto; **14c** Bettmann/Corbis; **14b** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **15t** Schoenberg Center; **15b** ©2002 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **16t** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **16-17** Corbis; **17t** Bettmann/Corbis; **18** Schoenberg Center; **19t** Schoenberg Center; **19c** TopFoto; **20t** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **20b** By kind permission of Heart of the Lakes Publishing: **21t** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **22t** Science Museum: **22c** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **22b** Science Museum; **23** ©2004 Topham Picturepoint/TopFoto; **24t** National Railway Museum; **24c** Underwood & Underwood/Corbis; **24-25** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **25t** ©2004 Topham Picturepoint/TopFoto; **26t** Science Photo Library; **26c** Photos.com; **27t** Science Museum; **27c** Photos.com; **27b** Science Museum; **28t** ©2004 Topham Picturepoint/TopFoto; **30t** ©2002 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **30b** TopFoto; **31b** ©2004 Topham Picturepoint/TopFoto; **32t** ©2001 Topham Picturepoint/TopFoto; **32b** ©2003 Fotomas/Topham/TopFoto; **33** ©2002 Topham Picturepoint/TopFoto; **34–35** TopFoto; **35c** The British Library/TopFoto; **35b** Science Museum/TopFoto; **36t** Schoenberg Center; **37** Schoenberg Center; **39t** ©2003 Topham Picturepoint/TopFoto; **39c** Science Photo Library; **39b** Photos.com; **40t** TopFoto; **41t** Tria Giovan/Corbis; **41c** Science Photo Library; **42t** Dr. Fred Espenak/Science Photo Library; **42c** ©2002 Topham Picturepoint/TopFoto; **42b** Science Museum; **43c** David Scharf/Science Photo Library; **44t** Schoenberg Center

The Brown Reference Group has made every effort to trace copyright holders of the pictures used in this book. Anyone having claims to ownership not identified above is invited to contact The Brown Reference Group.

هذا الكتاب المترجم يعبر عن وجهة نظر المؤلف ودار النشر، ولا تتحمل
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أية مسؤولية أو تبعات عن مضمون الكتاب.

كيفية استخدام المجموعة
HOW TO USE THIS SET

يُعطي كلُ مجلد من مجلدات هذه المجموعة فترة مفصلية من تاريخنا، نحن البشر وقد وضعنا هذه الفترات على الصفحتين 6-7 من المجلد الأول بالإضافة إلى المحتوى التفصيلي. يحتوي كلُ مجلد على ثلاثة أنواع من المقالات. مقالات المسار الزمني التي تُعنى بجدولة الاكتشافات والابتكارات بحسب سنوات الفترة المعنية. وقد رتبت تفاصيل هذه المقالات على هيئة نطاقات مستعرضة ينتمي كل نطاقٍ منها إلى حقلٍ من حقول المعرفة، بحيث تتمكن من رؤية العلاقة بين مجالات المعرفة العلمية بنظرة سريعة. كما تظهر الخلفية التي كتبت معلومات كل نطاق عليها – مثل الفيزياء أو الكيمياء – بلون مميز. وبين مقالات المسار الزمني تتوزع المقالات الخاصة مفصلة لنقاط محددة جاء ذكرها في المسار الزمني. تُوفر هذه المقالات وبُعمقٍ تركيزاً على خلفية الاكتشافات ومعلومات حول من لهم علاقة بالموضوع وتشرح طرق استخدام واستفادة البشر من هذه الاكتشافات أو الابتكارات. وعلى سبيل المثال، نجد في المجلد الثامن (الصفحات 28 – 29) مقالاً بعنوان «تطور الهيليوكوبتر (الحوّامة)»، وينبع من فقرة حول الحوامة من مقالة المسار الزمني للعام 1936 من صفحة 26. وتتضمن المقالات فقراتٍ موضوعة داخل إطار بهدف الاستزادة من المعرفة وتوفر معلوماتٍ إضافية وتشرح في الغالب بعض المبادئ العلمية ذات الصلة بالموضوع. وأخيراً يُقدم محور الأعلام في نهاية كل مجلد سيرة مفصلة للأعلام أو المجموعات البشرية التي ورد ذكرٌ لها في المسار الزمني أو المقالات الخاصة، وبذلك تظهر الصورة الكلية لإنجازاتهم. باستخدام الأنواع الثلاثة للمقالات يمكن بناء صورة كلية للظروف التي أدت إلى لحظة الاختراق في مسار تقدم معين.

تلعب الصور والأشكال، مع شرحها، دوراً رئيساً في هذه المجموعة. وتشمل صور مطبوعات قديمة وصوراً ضوئية حديثة وإعادة بناءٍ فني ومخططاتٍ توضيحية.

هناك عددٌ من المُعينات التي تساعدك في الإبحار خلال هذه المجموعة. أسماء الأعلام الواردة سيرهم في جزء الأعلام طبعت كلها بالبُنط الأسود الغامق، مثل **ألفريد نوبل**. عاش بعض الأفراد وعمل خلال فترات يغطيها أكثر من مجلدٍ واحد، ولذلك يأتي ذكر بعض الأعلام في مراحل تاريخية مختلفة، ولهذا السبب فإن ظهور اسم علم ما بالبُنط الأسود الغامق في مجلد ما لا يعني بالضرورة عرض سيرته بين الأعلام في المجلد نفسه، ولتحديد سيرة شخص معين يُنصح بالرجوع إلى المسرد الذي يبدأ من الصفحة 53 من كلُ مجلد. علاوة على ذلك طبعت أسماء بعض الأعلام بالبُنط الأسود الغامق المائل، ***مايكل فراداي*** على سبيل المثال. تُشير هذه الطريقة في كتابة اسم العلم على أنه موضوع مقالة خاصة (في مثالنا المقالة بعنوان طبيعة الضوء على الصفحتين 28-29 من المجلد الرابع). ونُعيد، بأن الطريقة الصحيحة للبحث عن مكان الموضوع هي الاستعانة بالمسرد.

تجد في أعلى غالبية المقالات مراجع ذات صلة بموضوع المقالة.

يحتوي كلُ مجلد على مُعجم لبعض المصطلحات الواردة، ويُساعد المُعجم في فهم معنى بعضٍ المصطلحات غير المألوفة للقارئ. كما يحتوي كل مجلد في نهايته على مراجع ومواقع على الشبكة العنكبوتية (الويب) يمكن للقارئ الاستعانة بها للاستزادة في المعرفة، وأخيراً، نشير إلى أن مسرد المجموعة يضم أسماء الأشخاص والموضوعات المهمة التي تغطيها المجموعة.



تُعيد الصور الضوئية الحديثة الحياة إلى النصوص

إطار التواريخ المفصلية يُبرز الإنجازات الرئيسة

الشروحات التخطيطية تُوضح المبادئ العلمية أو التكنولوجية

مقالات المسار الزمني تُجدول الابتكارات أو الاكتشافات سنة بسنة

استخدام البُنط العريض المائل يشير إلى أن العَلم موضوع مقالٍ تفصيلي خاص

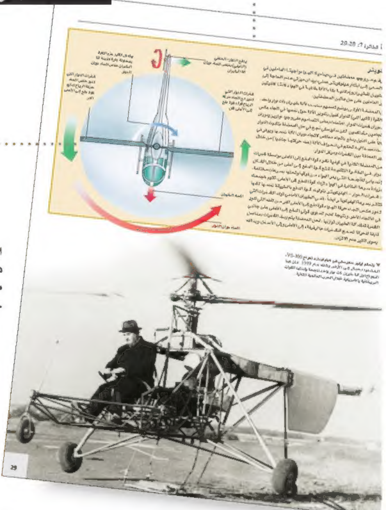
الثورة الصناعية
(1775 – 1839)

شهدت بدايات هذه الفترة انتشار الثورات السياسية وما تبعها من زلازل التغيرات الإجتماعية، في أمريكا وفرنسا. كما كان للثورة الصناعية، التي أعقبت ابتكار جيمس وات لمحركه البخاري، تأثيرٌ موازٍ على مسار التاريخ، كما أنها سارعت من وتيرة التحولات الإجتماعية الهائلة ببروز عالمٍ متقدم تقانياً.

تطورت الآلات البخارية من رحم المضخاتِ البخارية، واقتصر استخدامها في البداية على سحب المياه من المناجم. ومن بعد ذلك دخلت الآلات البخارية صناعة النسيج ولتوفير الطاقة لآلات قطع المعادن. لكن احتلال الآلة البخارية مكانتها المتفردة لم يحدث إلا عندما تم الاستعانة بها في تطوير وسائل النقل والمواصلات. حاول العديد من المبتكرين الاستعانة بالآلة البخارية في تشييد عربات تسير على الطرق، ونجحوا في إنتاج أول عربة لا تديرها طاقة الجياد. من أبرز هؤلاء المبتكرين الإنجليزي ريتشارد ترفنك، الذي كان قد نجح عام 1803 في تشييد قاطرة بخارية تسير على سكك حديدية. ومع تدشين هذا الاختراع ولدت نُظم السكك الحديدية.

في الحقول العلمية ظهر نوعٌ آخر من الثورات في العلوم الحيوية. تيقن العلماء أن الأحافير ليست إلا بقايا نباتات وحيوانات ماتت وطمرت منذ آماد بعيدة. ويتحدد عمر الأحفورة بمعرفة عمر الصخور المطمورة فيها. على إثر هذه الحقائق برز السؤال الملح عن سبب انقراض بعض أنواع الحيوانات. بناءً على مشاهداته والمعلومات التي جمعها خلال رحلته على متن الباخرة الملكية بيغل وضع عالم الطبيعيات الإنجليزي تشارلز داروين نظريته والتي تذهب إلى أن حياة الحيوان ليست حياة ساكنة، لكنها تتطور بشكل تدريجي إلى أنواع أخرى ونتيجة لذلك فإن الأنواع الباقية من الحيوانات هي الأكثرُ قدرة -الأنسب- على مواجهة ظروف البيئة المحيطة بها. وعلى هذا الأساس نفسر انقراض بعض الأنواع بعدم قدرتها على التكيف مع ظروف بيئاتها.

المقالات الخاصة توفر تفصيلات حول موضوع معين



الفقرات الموضوعة داخل إطار تغطي موضوعاتٍ ذات أهمية خاصة

مراجع ذات صلة في متن المجلد نفسه أو مجلدات أخرى

الصفحات الخاصة بالأعلام تُوفر سيرة مفصلة لها





اسم العَلَم المكتوب بالبُنط العريض يوجِّه القارئ إلى مقالات الأعلام

توفير التعليقات الواضحة المصاحبة للرسومات أو الصور الضوئية

النطاقات الملونة تفصل بين حقول العلم والتكنولوجيا المختلفة

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1777 يستحدث عالم الرياضيات السويسري ليونهارد يولير (1707– 83) الرمز i للدلالة على الجذر التربيعي للعدد -1. يعتبر i في المصطلح الرياضي عدداً تخيليا.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS



يجري أنتوني لافوازيه تجربة على التنفس والذي يربطه بشكل صحيح مع عملية الاحتراق.

1776 يحلل الكيميائي الإنجليزي **جوزف بريستلي** (1733– 1804) أكسيد النيتروز («غاز الضحك») الذي يستخدم لاحقاً كمخدر في طب الأسنان.

1776 يكتشف الكيميائي السويدي **كارل تشيل** (1742– 86) حمض البوليك.

الجيولوجيا GEOLOGY

1775 يقدم عالم الجيولوجيا الألماني أبراهام فرنر (1749– 1817) فرضية النظرية النبتونية لأصل الصخور – وهي نظرية مرفوضة حالياً وتفترض تكون جميع الصخور على قشرة الكرة الأرضية بفعل المياه.

1779 مقتل المستكشف الإنجليزي جيمس كوك (1728– 79) على أيدي السكان المحليين في جزيرة هاواي وذلك خلال رحلته لاستكشاف المحيط الهادىء (الباسفيكي).

1779 يصك العالم السويسري هوراس دي سوسيير (1740–99) مصطلح «الجيولوجيا».

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1775 يضع عالم الطبيعيات الدنماركي يوهان فابريسوس (1745–1808) تصنيفاً للحشرات ضمن مؤلفه الضخم *نظم الحشرات*.

1776 يصف الطبيب الإسكتلندي جون فوثرجل (1712–80) داء عصب مثلث التوائم (اختلال يصيب أعصاب الوجه بالألم).

1778 يمارس الطبيب الألماني الأصل فريدريك (أو فرانز) ميزمير (1734 – 1815) التنويم المغناطيسي في العلاج لأول مرة في باريس وتعرف الطريقة بالميزميرية. في عام 1785 أدانت الأوساط الطبية ميزميز باعتباره مشعوذاً إذ لم يتمكن من تقديم أي أساس علمي للميزميرية.



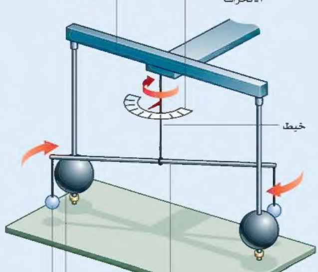
فريدريك ميزمير

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1775 يبتكر المهندس الإنجليزي جون ويلكنسون (1728-1808) آلة لخراطة مواسير المدافع والذي سرعان ما تصبح آلة مستقلة تستخدم في خراطة أسطوانات الآلات البخارية الجديدة.

1776 يشيد المخترع الأمريكي ديفيد بوشنل (حوالي 1724 – 1824) مركبة *السلحفاة*، وهي من أوائل أنواع الغواصات.

1777 يخترع الفيزيائي الفرنسي تشارلز كولوم (1736– 1806) ميزان اللي، وهو جهاز حساس لقياس شدة القوى الكهربائية والمغناطيسية وقوة الجاذبية بين كتلتين.



يقيس جهاز ميزان اللي المبين شدة قوة الجاذبية بين كتلتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة. تعلق كتلتان خفيفتان من البيلسان على مقربة من كرتين ثقيلتين من الرصاص. تجذب قوة الجاذبية كرتي البيلسان نحو كرتي الرصاص مؤديا إلى دوران العمود الخفيف ولي خيط التعليق. ويمكن حساب مقدار القوة بقياس زاوية لي الخيط.

1778 يسجل المخترع الإنجليزي **جوزف براما** (1748– 1814) براءة اختراع مرحاض الدفق يحتوي على صمام كروي وقارورة مشعبية (شبيه بالنظام الحديث لمراحيض الدفق).

1779 يشيد النساج الإنجليزي صامويل كرومبتون (1753 – 1827) آلة البغل الدوار، وهي آلة تقوم بلف عدد من جدائل الألياف لإنتاج خيوط طويلة تلف حول بكرة لتصنيع وشائع الخيوط.

انظر أيضا الرحلات والاستكشافات 3: 38-39؛ الآلة البخارية 4: 44-45؛ جيمس وات 5: 8-9؛ آلات النسيج 5: 12-13

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1779 ينشر الفلكي الألماني هنريخ أولبيرس (1758–1840) طريقة لحساب مدارات المذنبات.

1781 ينشر الفلكي الفرنسي تشارلز مايزر (1730–1817) قائمة مايزر (تحتوي على وصف حوالي 100 سديم ومجرة وغيرهما من الأجرام السماوية).

1783 يتنبأ الفيزيائي الإنجليزي جون متشل (1724–93) بوجود الثقوب السوداء والتي يطلق عليها مسمى «النجوم المعتمة».

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1776 ينجز الكيميائي الفرنسي أنتوني لافوازيه (1743–94) ثلاثة اسهامات في علم الكيمياء: الفرضية (الخاطئة) باحتواء جميع الأحماض عنصر الأكسجين؛ اعتبار الهواء مزيجاً من الغازات وأخيراً فكرة اعتبار التنفس نوعاً من أنواع الاحتراق.

1778 يكتشف الكيميائي السويدي كارل تشيل (1742–86) معدناً غير معروف في خام المولبدنايت. يتوصل الكيميائي السويدي بيتر هايلم (1746–1813) إلى عزل المعدن ويطلق عليه مسمى مولبدنوم.

1778 يكتشف الفيزيائي الإيطالي اليساندرو فولتا (1745– 1827) غاز الميثان.

1781 يفترض عالم التعدين الفرنسي رينيه هويه (1743– 1822) وجود «الخلية الوحدة» في البلورات ويقوده ذلك إلى وضع نظريته في التركيب البلوري.



تعبر الصورة عن حادث مقتل الكابتن جيمس كوك على أيدي السكان المحليين في خليج كيلاكيكاو بجزر هاواي (جزر السندويتش حينها)؛ وذلك في 14 فبراير عام 1779. وحتى اليوم لانعرف الظروف التي أحاطت بمقتله بشكل واضح، بيد أنه يعتقد أن نزاعاً نشب بين كوك والأهالي بعد أن اضطر كوك للعودة إلى الجزيرة بسبب الدمار الذي أصاب سفينته في عرض البحر. قام كوك بثلاث رحلات استكشافية رئيسة خلال حياته إثنتان منها في جنوب المحيط الهادئ سجل خلالهما ولأول مرة معلومات تفصيلية حول المحيط والسكان الأهلون لجزره. كما أنه جاب سواحل نيوزلندا وجزراً أخرى، وبرهن بدقة متناهية وجود قارة في الجنوب – أستراليا. أما رحلته الأخيرة والمشؤومة فكانت لاستكشاف شمال المحيط الهادئ واستكشف خلالها هاواي. لم يقتصر الدور المهم الذي لعبته مشاهدات كوك على تطور المعرفة في علوم الجغرافيا فحسب، بل شملت أيضاً حقول التاريخ الطبيعي وعلم الفلك والأنثروبولوجيا (علم تطور الإنسان).

الجيولوجيا GEOLOGY

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1779 يقدم العالم البريطاني الهولندي الأصل جان انجناوس (1730–99) شرحاً لعملية التمثيل الضوئي في النباتات.

1780 يجري عالم الطبيعيات الإيطالي لازارو سبلانزي (1729–99) عملية تلقيح صناعي للكلاب.

1780 يصف الطبيب الأمريكي بنجامن رش (1745–1813) داء حمى الضنك (الذي كان يعرف حينها أيضاً بحمى كسر العظام) .

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1782 يبتكر المهندس الإنجليزي جيمس وات (1736– 1819) آلة بخار ثنائية التشغيل، اذ يسمح للبخار بالدخول من جانبي المكبس بشكل متناوب.

1783 يسجل العالم السويسري فرانكوز – بيير آرغاند (1750– 1803) براءة اختراع موقد أرغاند، وهو مصباح وقود الزيت يحتوي على مدخل للهواء. يفوق المصباح الجديد المصابيح التقليدية في شدة الإضاءة بعشرة أضعاف.



شيد الأخوان مونتغولفاير أول منطاد للمسافرين يعمل بالهواء الساخن وذلك عام 1783، لكنهما لم يقوما بنفسيهما بأول رحلة طيران على متنه.

1783 يخترع الأخوان جوزف (1740 – 1810) وجاك مونتغولفاير (1745– 99) منطاد الهواء الساخن. يقوم فرانكوز لورنت (مركيز مقاطعة آرلاندي) وجين – فرانكوز بلاتر بأول عملية طيران للانسان لمسافة بلغت 5 أميال ونصف (8.8 كم).

1783 يبتكر الفيزيائي الفرنسي جاك تشارلز (1746– 1823) منطاد الهيدروجين.

1783 يخترع المهندس الفرنسي كلود جويفروي دابان (1751– 1832) أول قارب يدار بالبخار، *بايروسكافي*.

JAMES WATT (1819 - 1736) جميس وات

يعتبر جيمس وات أحد أعظم المهندسين البريطانيين، إذ إبتكر أولى الآلات لتزويد الطاقة لمصانع النسيج والمضخات التي تسحب المياه من المناجم وذلك مع بدايات عصر الثورة الصناعية. وفي مراحل لاحقة تبنى المهندسون آلات وات لتوفير الطاقة للمركبات على الطرق والسفن والقطارات التي أحدثت في نهاية المطاف ثورة في مجال النقل البري مع تطور وتوسّع السكك الحديدية في أوروبا وأمريكا الشمالية.



▲ بحسب الحكايات المتداولة توصل جيمس وات إلى فكرة تطويع طاقة البخار من خلال ملاحظته لغطاء إبريق شاي معدني وهو يُدفع إلى الأعلى بسبب ضغط بخار الماء الموجود في الإبريق. لكن الحقيقة أن وات طور آلته بإجراء التحسينات على آلة بخار موجودة أصلا (آلة نيوكومون).

ولد جيمس وات بمدينة غرينوك الواقعة على ضفاف نهر كلايد في أسكتلندا وكان السادس في الترتيب لأب يعمل نجاراً وتاجراً. درس وات في المدارس المحلية وكذلك في مدرسة غرينوك الإبتدائية وتدرب في تحصيل مهاراته التقنية في ورشة والده. سافر وات عام 1755 إلى لندن ليعمل هناك مساعداً لصانع آلات ميكانيكية وعين بعد سنتين صانع آلات (فني) بجامعة غلاسكو حيث أنشأ ورشته الخاصة.

خلال عام 1764 حولت الجامعة إلى ورشته إحدى نماذج آلة نيوكومون البخارية لتصليحها. وخلال عمله في هذه المهمة لاحظ وات المقدار الكبير من الطاقة المهدورة في التناوب بين عمليتي تسخين أسطوانة الآلة ومن ثم تبريدها. كانت الآلة تسخن بإمرار البخار داخلها ومن ثّم تبرد برش الماء البارد عليها لتكثيف البخار.

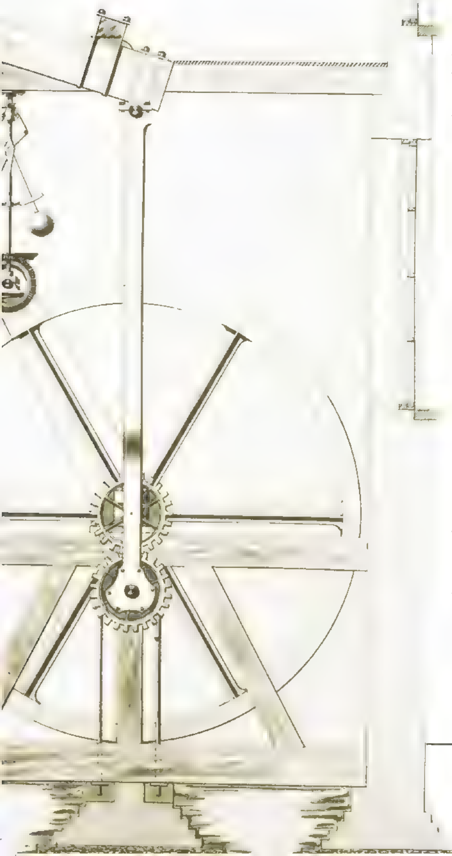
في العام التالي (1765) توصل وات إلى كيفية التغلب على هذه المعضلة من خلال تسخين البخار في مكثف منفصل بهدف إبقاء أسطوانة الآلة حارة في جميع الأوقات، مما نتج عنه زيادة في كفاءة عمل الآلة بثلاثة أضعاف. وقد مول الكيميائي الأسكتلندي جوزف بلاك (1728-99)، أستاذ الكيمياء بجامعة غلاسكو، المشروع.

انتقل وات عام 1767 إلى إنجلترا وكون شركة بعد سنة مع الصانع والكيميائي جون روبك (1718- 94)، لكن الشركة أفلست عام 1772. التقى وات ماثيو بولتون (1728-1809) الذي كان يملك مصنعاً في سوهو بمدينة برمنجهام لتصنيع منتجات معدنية مختلفة من مثل الأزرار المذهبة والمفضفضة وأباريم الأحزمة (القطع المعدنية في الأحزمة). وفي مرحلة لاحقة (1797) صمم بولتون قطع النقود النحاسية البريطانية الجديدة، كما صمم آلات سكها.

خلال عام 1775 كون وات وبولتون شركة لإنتاج آلات وات البخارية والتي سجل وات براءة اختراعها عام 1769. استغرق تصنيع أول الآلات خمس سنوات قبل أن تطور إلى آله موثوقة يمكن إنتاجها بكميات كافية تجاريا، وخلال هذه الفترة دخل وات بشكل مستمر في نزاعات قانونية حول الاعتداء على حقوقه في براءة الاختراع. استغلت معظم الآلات المنتجة كبديل لمضخات نيوكومن ذات الخمسين سنة عمراً والتي كانت تستخدم في مناجم القصدير والنحاس في مقاطعة كورنوول جنوبي غرب إنجلترا.

عمل وات جاهداً لتحسين آلته. ومن بين أهم تحسيناته استبدال الحركة الأفقية الإهتزازية للمكابس بحركة دورانية. ولهذا الغرض ابتكر وات عام 1781 نظام التروس المعروف بنظام الشمس والكواكب وكذلك الوصلة العمودية ونظام الرفع. أدت هذه التحسينات إلى ملاءمة عمل آلة وات لإدارة المخارط والمغازل والرافعات وبذلك كتبت نهاية عصر استخدام طاقة المياه لهذه الأغراض.

أنتج وات عام 1782 آلة بخارية تتميز بالعمل بشكل مزدوج، يمرر البخار إلى مكبسها من جانبين بشكل متناوب. واستخدمت الآلة البخار في كل شوط من أشواط حركة مكابسها. كما أن وات ابتكر عام 1788 ضابط التحكم المعروف بكرة الطرد المركزي الطائرة بهدف التحكم في سرعة دوران الآلة - تعتبر تقانته في هذا المجال تقانه رائدة في استخدام التغذية الراجعة السالبة في



تواريخ مفصلية

1765 إبتكار آلة البخار ذات المكثف المنفصل.

1769 وات يسجل براءة اختراع آلته البخارية

1775 شراكة وات وماثيو بولتون.

1781 إختراع نظام الشمس والكواكب للتروس.

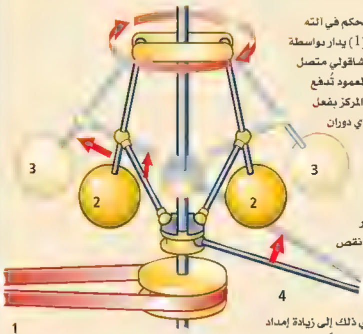
1782 آلة البخار مزدوجة الفعل.

1788 نظام التحكم المعروف بالكرة الطائرة.

الآلات. توج وات تحسيناته باختراع مقياس الضغط عام 1790 لتكتمل بذلك آلته البخارية، وبنهايات القرن الثامن عشر بلغ عدد آلات وات المستخدمة حوالي 500 آلة.

صك وات عام 1783 مصطلح الحصان الميكانيكي للتدليل على كمية القدرة التي تنتجها آلاته. وكان بذلك يقارن قدرة الآلة بقدرة الأحصنة، وهي المصدر البديل للطاقة الأكثر شيوعاً في ذلك العصر. خطرت التسمية ببال وات من خلال مراقبته لحصان استطاع رفع ثقل مقداره 1,000 رطل مسافة 33 قدماً خلال دقيقة واحدة (وهو ما يعادل رفع وزن 453 كجم لمسافة 10م)، وبذلك حسب وات قدرة الحصان على

ضابط الطرد المركزي

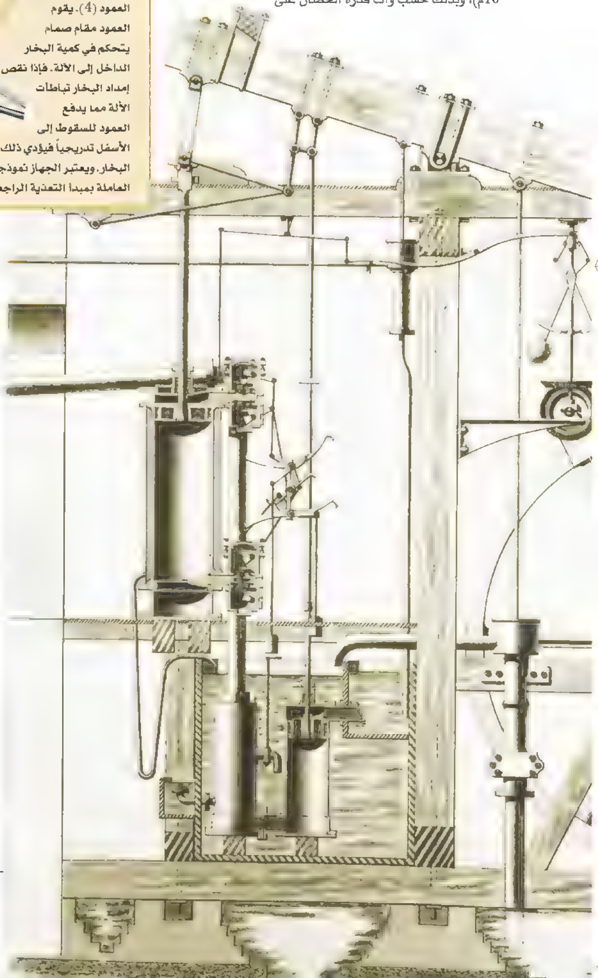


صمم وات الضابط للتحكم في آلته البخارية. يعمل حزام (1) يدار بواسطة الآلة على دوران عمود شاقولي متصل بالضابط. ومع دوران العمود تُدفع الأثقال (2) بعيداً عن المركز بفعل قوة الطرد المركزي. يؤدي دوران الأثقال إلى ارتفاعها (3) حاملة معها العمود (4). يقوم العمود مقام صمام يتحكم في كمية البخار الداخل إلى الآلة. فإذا نقص إمداد البخار تباطأت الآلة مما يدفع العمود للسقوط إلى الأسفل تدريجياً فيؤدي ذلك إلى زيادة إمداد البخار. ويعتبر الجهاز نموذجاً لأجهزة التحكم العاملة بمبدأ التغذية الراجعة.

بذل شغل بمعدل 33,000 رطل – قدم لكل دقيقة (يكافئ 550 رطلاً – قدم لكل ثانية). وأطلق على هذه الكمية من القدرة مسمى حصان ميكانيكي واحد. وبناءً على هذا المقياس يمكن للإنسان توفير قدرة تعادل عشرة أحصنة ميكانيكية، كما تقدر قدرة سيارة عائلية بحوالي 20 حصاناً ميكانيكياً.

من بين إنجازات وات الأخرى إبتكاره طريقة لاستنساخ الوثائق باستخدام حبر كيميائي خاص، سمي الجهاز بالهيكتوغراف (المنضحة) الذي سجل براءة اختراعه عام 1780. ومن اختراعاته الأخرى آلة نحت لإنتاج التماثيل النصفية وغيرها. تأسست شركة بولتون وات وأولادهما عام 1794، لكن الأبناء استولوا على مقاليد الشركة تدريجياً. تقاعد جميس وات عام 1800 وعاش ليشهد ابنه، جميس وات الإبن، يقابل بالتهليل عام 1817 لتصنيعه محركات السفينة *كاليدونيا*، وهي أول سفينة بخارية تبحر من ميناء إنجليزي.

خُلد جميس وات من خلال تسمية وحدة القدرة في النظام الدولي للوحدات باسمه اعترافاً بفضله. ويساوي الوات الواحد في المكيانيكا معدل شغل بمقدار جول واحد في الثانية، كما يمكن تعريف الوات في الكهرباء بالقدرة المهدورة عند إمرار أمبير واحد من التيار الكهربائي عبر موصل فرق الجهد بين طرفيه فولت واحد (وات = أمبير × فولت).



◄ مثل المكثف المنفصل الركيزة الأساسية لآلة بخار وات (الأسطوانة الصغيرة إلى اليسار من وسط الصورة). يبين الرسم أيضا نظام التروس المعروف بنظام الشمس والكواكب (مركز الدولاب الأفقي الكبير)، والذي يحول حركة المكابس العمودية إلى حركة دورانية تستعمل لإدارة أجزاء أخرى من الآلة.

علوم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1784 يرصد الفلكي الإنجليزي الهولندي الأصل جون غودرك (1764–86) نوعاً جديداً من النجوم المتغيرة النابضة (القيفاوي دلتا)، وهو ثاني نجم قيفاوي يرصد. اكتشف أول نجم قيفاوي – عقاب أيتا – خلال السنة نفسها ورصده هاوي الفلك الإنجليزي إدوارد بيغوت (حوالي 1753 – 1825).

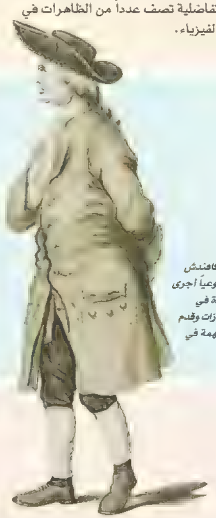
1784 يتوصل عالم الرياضيات الفرنسي أندريان – ماري ليجاندر (1752–1833) إلى متعدد الحدود المسمى ليجاندر، وهو دالة رياضية (سلسلة لامنتهية) تستخلص بحل معادلة تفاضلية تصف عدداً من الظاهرات في الفيزياء.

1786 تكتشف الفلكية الإنجليزية الألمانية الأصل كارولاين هيرتشل (1750–1848)، اخت وليام هيرتشل (1738–1822)، أول مذنب لها – هيرتشل C/I786 PI، ويسمى أحياناً «مذنب السيدة الأولى». كما أنها ترصد في الفترة خلال العامين 1786 و1797 ثمانية مذنبات أخرى.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1784 يبرهن الكيميائي الفرنسي **انتوني لافوازيه** (1743–94) على أن المادة لا تفنى. وتؤدي نتيجته إلى تطويره قانون حفظ المادة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث .

1784 يبرهن العالم الإنجليزي **هنري كافندش** (1731–1810) على أن الماء مركب يتكون من الأكسجين والهيدروجين، (H_2O) وليس عنصراً كما كان يعتقد. كما يحدد بعد سنة مكونات حمض النتريك (HNO_3).



كان هنري كافندش عالماً موسوعياً أجرى تجارب رائدة في كيمياء الغازات وقدم إسهامات مهمة في الفيزياء .

1784 يتوصل عالم الرياضيات والفيزيائي الفرنسي غاسبارد مونج (1746–1818) إلى تسييل مواد غازية في حالتها الاعتيادية – ثاني أكسيد الكبريت في هذه الحالة.

1784 ينشر عالم الرياضيات الإنجليزي جورج أتوود (1746 – 1807) مؤلفه *الحركة الخطية ودوران الأجسام*، يضمنه وصفاً لألته «آلة أتوود» التي تستخدم لقياس عجلة الجاذبية الأرضية بدقة بالاستعانة بمبدأ السقوط الحر.

الجيولوجيا GEOLOGY

1785 يضع عالم الجيولوجيا الإسكتلندي جيمس هوتن (1726– 97) نظرية الوتيرة، وتتلخص فكرتها في استمرار العوامل التي أدت إلى تغير كوكب الأرض في الحقب الجيولوجية القديمة.

1787 يفترض عالم الجيولوجيا السويسري برنارد كوهن أن حركة القطع الجليدية سبب وجود قطع الصخور السطحية المختلفة في التركيب عن تركيب الصخور المحيطة بها (تسمى «الصخور العشوائية»).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1785 يستخدم الطبيب الإنجليزي وليام وثرنغ (1741– 99) ترياق الديجتالس المستخلص من نبات الفوكسغلوف (المترجم: قفاز الثعلب وهو من الأعشاب القُمعية) لعلاج داء الاستسقاء (احتباس السوائل بسبب أمراض القلب). يستخدم الترياق اليوم لعلاج بعض أمراض قصور القلب.

1786 زراعة القطن طويل التيلة في الولايات المتحدة لأول مرة.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1784 يبتكر المهندس الإسكتلندي وليام ميردوك (1754–1839) نموذجاً لمركبة برية تدار بطاقة البخار.

1784 يخترع العالم والسياسي الأمريكي *بنجامن فرانكلن* (1706–90) النظارة الطبية ثنائية العدسات.

1785 يبتكر المخترع الإنجليزي إدموند كارترايت (1743–1823) مغزلاً يعمل بطاقة البخار.

1785 يسجل المخترع الإنجليزي لايونل لوكن (1742–1834) براءة اختراع قارب غير قابل للإنقلاب.

1785 يبتكر صانع المناطيد الفرنسي جان-بيير بلانشارد (1753– 1809) الباراشوت.

1785 يخترع المهندس الإنجليزي روبرت رانسوم (1753–1830) شفرات المحراث المصنوعة من الحديد المصبوب.



على إثر اختراع بلانشارد للباراشوت قام رواد الطيران، مثل الفرنسي أندريه جارنرن (1769- 1823) بالقفز من مناطيد تطير باستخدام الهواء الساخن.

انظر أيضا بنجامن فرانكلن **4**: 40–41؛ الآلة البخارية **4**: 44–45؛ آلات النسيج **5**: 12–13

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1786 يكتشف الفلكي الفرنسي بيير ميتشين (1744–1804) مذنب إنكي، وقد أطلق عليه هذا الإسم لاحقاً تخليداً للفلكي يوهان إنكي (1791– 1865) الذي أجرى دراسة تفصيلية عليه عام 1819. وللمذنب أقصر زمن دوري من بين المذنبات المعروفة – 3,3 سنة – كما رصد 60 مرة منذ اكتشافه.

1787 يرصد الفلكي الإنجليزي الألماني الأصل **وليام هيرتشل** (1738– 1822) قمري أوبرون وتيتانيا، وهما من أقمار كوكب أورانوس (الذي رصده هيرتشل عام 1781). كما يرصد بعد سنتين قمري زحل، إنسيلادوس وميماس، علاوة على تعرفه عام 1790 على أول سديم كوكبي مكتشف.

1788 ينشر عالم الرياضيات الفرنسي جوزف لاغرانج (1736–1813) مؤلفه *الميكانيكا التحليلية*، المتضمن حسبان علم الميكانيكا.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1785 يصوغ الفيزيائي الفرنسي تشارلز كولوم (1736– 1806) قانون كولوم: تتناسب القوة الكهربائية بين شحنتين (نقطيتين) طردياً مع حاصل ضرب قيمة الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.

1785 يكتشف الكيميائي الفرنسي كلود – لويس بيرثولت (1748–1822) خاصية التبييض (التقصير) لبيكربونات البوتاسيوم، الذي يسوق تحت مسمى ماء جفال، كما يتوصل إلى معرفة تركيب الأمونيا (NH_3).

حوالي **1787** يضع الفيزيائي الفرنسي جاك تشارلز (1746– 1823) قانون تشارلز: يتناسب حجم الغاز، تحت ضغط ثابت، مع درجة حرارته المطلقة.

1788 يتوصل الفيزيائي الإنجليزي تشالز بلاغدن (1748– 1820) إلى قانون بلاغدن: يتناسب الإنخفاض في درجة حرارة تجمد سائل مذيب مع تركيز المادة المذابة.

1789 يكتشف الكيميائي الألماني مارتن كلابروث (1743–1817) عنصري اليورانيوم والزركونيوم.

1790 يبتكر الكيميائي الفرنسي نيكولاس لابلانك (1742– 1806) طريقة لتصنيع الصودا (كربونات الصوديوم) من الملح – كان الطلب على الصودا كبيراً للغاية حينها في صناعة الصابون والزجاج.

1791 يكتشف الكيميائي والقس الإنجليزي وليام غريغور (1761–1817) عنصر التيتانيوم.

الجيولوجيا GEOLOGY



حيرت الرحالة الأوائل إلى جبال الألب كتل الصخور الهائلة الحائمة على الأعمدة الجليدية متخذة شكل المشروم (الفطر). تبقى الصخور على وضعها نظراً لإلقائها ظلالها على المنطقة أسفلها مبعدة بذلك حرارة الشمس من الوصول إلى الأعمدة الجليدية وصهرها. توصل الجيولوجي السويسري برنارد كوهن عام 1787 إلى أن الصخور انتقلت مع حركة الجليد إلى مواضعها الحالية، وأن غالبيتها انصهرت خلال هذه العملية. سُميت الصخور «بالمسطبات الجليدية»، ويسمونها الجيولوجيون المعاصرون «العشوائيات».

1791 يكتشف عالم التعدين الفرنسي ديودات دي دولوميو (1750 – 1801) الدولاميت (يتكون من كربونات الكالسيوم والمنغنيز)، ويسمى المركب باسمه.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1789 ينشر عالم الطبيعيات والقسيس الإنجليزي جلبرت وايت (1720–93) مؤلفه *التاريخ الطبيعي وآثار مدينة سيلبورن*، يتضمن تفصيلا لدراسة امتدت على مدى سنة كاملة على سلوكيات حيوانات المنطقة ومازال الكتاب متداولاً بين علماء الطبيعة.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1786 يبتكر مصمم الطواحين والمخترع الإسكتلندي أندرو مكيل (1719–1811) آلة لدرس الحنطة (سجلت براءة الاختراع عام 1788).

1787 يشيد المهندس الإنجليزي جون ولكنسون (1728–1808) قارباً ذا بدن من الحديد.

1788 يشيد المصرفي الإسكتلندي باتريك ميللر (1731–1815) والمهندس الإسكتلندي وليام سايمنغتون (1763–1831) مجاديف تدار بطاقة البخار.

1789 يبتكر الطبيب الفرنسي جوزف جلوتين (1738–1814) الجلوتين (المقصلة). لم تستخدم المقصلة في الإعدامات حتى عام 1792 خلال الثورة الفرنسية.

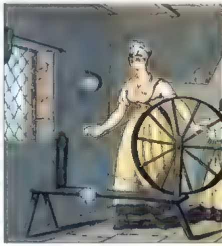
1790 يبتكر الأخوان الفرنسيان كلود (1763– 1805) وإغناس تشابي (1760–1829) التلغراف البصري مستخدمين زوجاً من الأذرعة المتحركة لبث الإشارات الدالة على الحروف الأبجدية.



مثل كتاب جلبرت وايت التاريخ الطبيعي وآثار مدينة سيلبورن مبكرة تصم الأحداث التي أثرت على البيئة الحيوية لمقاطعة زراعية صغيرة. صدر من هذا العمل الكلاسيكي العديد من الطبعات منذ عام 1789.

آلات النسيج TEXTILE MACHINES

استغرق تطوير آلة البغل الميكانيكي الدوار من الدولاب الدوار يدوياً زهاء ستة قرون. لكن خلال السبعين السنة التالية، لاختراع البغل الميكانيكي، أضحت صناعة النسيج في الغرب تدار آلياً بشكل كامل. أخذت الآلات تدير خيوط الغزل على النول لتنسج الأشرطة والقماش والملابس والسجاد. شغلت آلات النسيج في البداية بطاقة المياه تبعتها آلات البخار الجديدة لتصبح آلات النسيج في مقدمة الثورة الصناعية.



▲ كانت مهمة غزل النسيج موكلة إلى المرأة في الغالب الأعم. وتبدو في الصورة إمرأة تدير دولاباً بيدها. في مرحلة تالية ابتكرت الدواسات القدمية وبذلك تمكنت الغازلات (كما كن يسمين) من الجلوس خلال عملهن.

تمثل الفلكة أول معينات الغزل وتتكون من عصا طويلة يلف حولها الصوف. يقوم عامل الغزل، في الغالب إمراة، بمسك الفلكة تحت ذراعه ويبرم خصلة متصلة من الصوف يديره مستخدماً أصابع يده الأخرى. وتلف الخيوط الناتجة من أطرافها حول محور عمودي (المغزل). وقد توصل المؤرخون إلى أن الشعوب القديمة في **بلاد الرافدين** استخدمت الفلكة منذ ما يقارب 7,500 سنة وبذلك فهي تنافس الدولاب في قدم ابتكارهما.

سهل الدولاب الدوار في أوروبا مع بدايات القرن الثالث عشر العملية باستخدام دولاب عمودي كبير. وفي هذا الإختراع يدار عمود الغزل من خلال حزام ناقل متصل بالدولاب العمودي، ويقوم الغزّال بسحب جدائل الصوف من الفلكة، بينما يدير بيده الأخرى الدولاب العمودي. وفي مرحلة لاحقة تطورت عملية إدارة الدولاب العمودي باستخدام دواسات قدم (ركاب) وذلك خلال القرن السادس عشر.

ظهر خلال القرن الثامن عشر تطوران رئيسان في صناعة النسيج. تمثل التطور الأول في اختراع الميكانيكي الإنجليزي جيمس هارغريفز (حوالى 1720– 78) آلة تعرف بالأثان الدوار (المترجم: الأتان هو أنثى الحمار) عام 1764 (سجلت براءة الاختراع عام 1770)، أما التطور الثاني فهو ابتكار مواطنه ريتشارد آركرايت (1732– 92) آلة الإطار الدوار عام 1769. كان الأتان يدار يدوياً في البداية ويستخدم في الغالب لإنتاج الخيوط الصوفية (كان الإنتاج الأول ثمانية خيوط دفعة واحدة). بينما استخدم الإطار الدوار الدواليب المائية لتصنيع خيوط قطنية متينة بما يكفي لاستخدامها سداة النسج (الخيوط الممدودة طولياً على الإطار). بحلول عام 1779 دمج النساج الإنجليزي صامويل كرومبتون (1753– 1827) الفكرتين مبتكراً بذلك البغل الدوار. ومن نافلة القول أن تسمية الآلة الجديدة «بغلا» نتجت عن كونه هجيناً من آلتين سابقتين له.

الجدير ذكره أن الآلات الثلاث تشترك في مبدأ عملها. ويتمثل مبدأ العمل بلف خيوط النسيج، التي تعرف بالطوافات أو الفتائل، على محور عمودي (المغزل) يتحرك بدوره على الإطار. يقوم الإطار بسحب الخيوط إلى الخارج أولاً ثم يبرمها على شكل جدائل، ومن ثم يتحرك الإطار في الإتجاه الآخر بينما تلف الجدائل على بكرات. كان الشائع بعد عام 1828 غزل القطن باستخدام الإطار الدوار الحلقي الذي اخترعه الأمريكي جون ثورب (1784–1848) وفي هذا النظام تمر الطوافات عبر مجموعة من البكرات عالية السرعة الدوارنية لتتشكل على هيئة خيوط رفيعة. ومن بعد هذه الخطوة تمرر الخيوط عبر ثقب في «رحالة الإطار»

تواريخ مفصلية

- القرن **13** ابتكار الدولاب الدوار.
- **1733** الناقل الطائر.
- **1764** الأتان الدوار.
- **1769** الإطار الدوار.
- **1779** البغل الدوار.
- **1785** النول المدار بطاقة البخار.



◀ مكن الأتان الدوار (الجنية) العمال من غزل عدد كبير من جدائل خيوط الغزل في ان واحد. والالة من اختراع الميكانيكي الإنجليزي جيمس هارغريمز عام 1764.

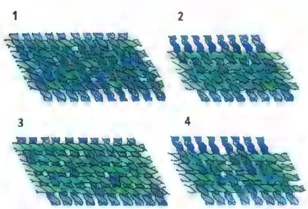


▲ أدت المكننة (الأتمتة) إلى الإسراع بشكل كبير في عمليات الحياكة. في الصور، تدير المحاور أحزمة تدير بدورها مجموعة من الأنوال. كانت طاقة المياه تستخدم في البداية لإدارة المحاور، لكن آلات البخار وفرت الطاقة بعد عام 1785.

الذي يقوم بفتلها في الوقت نفسه الذي يتم فيه لفها حول بكرات عمودية سريعة الدوران .

بالحصول على خيوط الغزل يتبقى على النساج تحويلها إلى أقمشة وهذا هو عمل النول. وفي أبسط أشكاله يتكون النول من إطار تمد عليه خيوط تسمى السدة. يقوم النساج بحياكة هذه الخيوط مع مجموعة من الخيوط الأخرى ممددة عمودية عليها تسمى – اللحمة – والتي تكون محمولة على بكرة موضوعة على حامل على شكل قارب يسميه أرباب صناعة النسيج الناقل. تمثل التطوير الأول بإضافة خيط مهمته سحب كل سدة إلى الأعلى لتسهيل عملية حركة الناقل من جهة إلى أخرى. جاء التطوير التالي بعد فترة قصيرة بإضافة دواسات أقدام لإدارة خيوط التحريك العمودية.

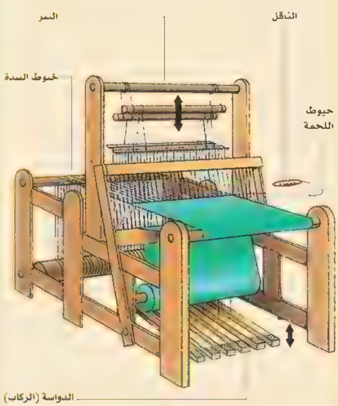
تسارع معدل إنتاج النسيج بشكل كبير عام 1733 مع ابتكار المهندس الإنجليزي جون كي (1704 – حوالي 1780) الناقل الطائر، وهو آلية تمكن النساج من «قذف» الناقل من جهة إلى أخرى بسرعة كبيرة. وأخيراً ظهر النول الآلي، الذي استخدمت في إدارته طاقة المياه في البداية لتحل الآلات البخارية مكانها بعد عام 1785 حين ابتكر المخترع الإنجليزي إدموند كارترايت (1743– 1823) أول نول يعمل بطاقة البخار.



▶ ينتج النول أنواعاً مختلفة من المنسوجات اعتماداً على طريقة تجميع خيوط السدة التي يرفعها النير (أنظر النول إلى اليمين). والتشكيلات المبينة هي (1) الساتان (نسيج الحريري)، (2) الساتين (النسيج القطني)، (3) التويل (نسيج قطني متين ومضلع الشكل (4).

النول

في أبسط أشكاله يتكون النول من إطار يحمل مجموعة من خيوط سدة متوازية. تلف خيوط اللحمة (المتصالبة مع السدة) على ناقل، يقوم الحائك بإدخال اللحمة من فوق وتحت خيوط السدة (الطولية). كما يحمل إطار آخر، يسمى النير، أسلاكاً شاقولية تنتهي إلى حلقة تتحرك خيوط السدة خلالها. تقوم دواسة القدم (الركاب) بالتحكم في النير لحمل مجموعات مختلفة من خيوط السدة لتشكيل أنواع مختلفة من الحياكة



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1795 يسجل الفلكي الفرنسي جوزف دي لالاند (1732–1807) رصده لكوكب نبتون دون التعرف عليه باعتباره كوكباً جديداً غير مستكشف.

1796 يقدم الفلكي الفرنسي بيير سيمون دي لابلاس (1749–1827) فرضية السديم لتفسير أصل النظام الشمسي. وتذهب الفرضية إلى أن الشمس تشكلت عن تكثف كتلة من غاز دوامي الحركة واندفعت من هذه الكتلة حلقات تكثفت بدورها لتشكل كواكب المجموعة. وقد أبقت النظريات المعاصرة على بعض هذه الأفكار.

1796 يستحدث الفيزيائي الألماني كارل جاوس (1777–1855) طريقة التربيع المناسب الأصغر لمواءمة خط أو منحى مع مجموعة من النقاط على رسم بياني. لم ينشر جاوس طريقته حتى عام 1806 وذلك بعد أن اقترحها بشكل مستقل عالم الرياضيات الفرنسي أدرين-ماري ليجاندر (1752–1833).

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1794 يكتشف الكيميائي الفنلندي يوهان غادولن (1760–1852) عنصر اليتيريوم، وهو أول عنصر من أربعة سميت بأسماء مدينة يتربي السويدية (العناصر الثلاثة الأخرى هي إربيوم والتربيوم واليتربيوم). وفي عام 1880 اكتشف عنصراً جديداً أطلق عليه اسم غادولنيوم تخليدا لأعمال غادولن.

1794 ينشر الكيميائي الفرنسي جوزف براوست (1754–1826) قانون براوست، ويعرف أيضاً بقانون التناسب الثابت. ينص القانون على ثبات نسبة مكونات أي مركب كيميائي بغض النظر عن طريقة تحضيره. كما يكتشف براوست في السنة نفسها سكر الفركتوز (الفواكه).

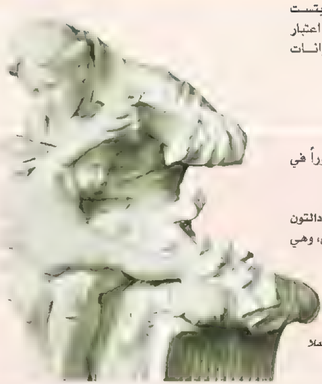
1795 تتبنى فرنسا النظام المتري للوحدات.

1797 يكتشف الكيميائي الألماني مارتن كلابروث (1743–1817) عنصر الكروم، كما يتوصل إلى الإكتشاف نفسه بشكل مستقل الكيميائي الفرنسي نيكولاس فاكيولن (1763–1829). وفي عام 1798 يكتشف كلابروث عنصر السترونشيوم، الذي يكتشفه أيضا وبشكل مستقل الكيميائي الإسكتلندي توماس هوب (1766–1844).

الجيولوجيا GEOLOGY

1793 يجدد عالم الطبيعيات جين-بابتست لامارك (1744–1829) نظرية اعتبار الأحافير بقايا نباتات وحيوانات منقرضة.

1795 ينشر الجيولوجي الإسكتلندي جيمس هوتن (1726–97) أفكاره في نسخة موسعة من مؤلفه *نظرية حول الأرض*، وتعتبر تلك الأفكار أساس علم الجيولوجيا الحديث.



تمثال يصور إدوارد جينر وهو يحقن طفلا بلقاح.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1793 اكتشاف بقايا ماموث مطموراً في الجمد السرمدي بسيبيريا.

1794 يصف الكيميائي الفرنسي جون دالتون (1766–1844) داء عمى الألوان، وهي حالة يعاني منها هو وأخوه.

1796 يدخل الطبيب الإنجليزي إدوارد جنر (1749–1823) ممارسة التطعيم ضد مرض الجدري في أوروبا.

1796 يؤسس الطبيب الألماني صامويل هينيمان (1755–1843) ممارسة منهج المعالجة المثلية، وهو نوع من أنواع المعالجات الطبية. يشمل المنهج إعطاء المريض جرعات قليلة من أدوية تظهر أعراضاً مماثلة على أشخاص أصحاء، ومازال هذا المنهج قيد الممارسة حتى اليوم.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1792 يبتكر المهندس الإسكتلندي وليام ميردوك (1754–1839) الشعلة المنزلية التي تستخدم غاز الفحم وقوداً.



يستخدم محلج إيلي ويتني المبتكر عام 1793 لتنظيف القطن من البذور العالقة به مما أحدث ثورة في الصناعة النامية للقطن.

1793 يبتكر المهندس الأمريكي إيلي ويتني (1765–1825) محلج القطن، وهو جهاز لفصل بذور القطن عن ألياقه آلياً.

1793 يقوم طيار المناطيد الفرنسي جين-بيير بلانتشارد (1753–1809) بأول طيران حر في منطاد يعمل بالهواء الساخن في الولايات المتحدة.

1795 يخترع الكيميائي الفرنسي نيكولاس كونت (1755–1805) قلم الرصاص باستخدام الجرافيت «الرصاص»؛ ومازالت الأقلام من هذا النوع قيد الاستخدام منذ اختراعها.

1795 يبتكر المخترع الإنجليزي جوزف براما (1748–1814) آلة الطباعة (مكبس الطباعة) الهيدروليكية.

1796 يطور الطباع الألماني ألويز سنيفلدر (1771–1834) أسلوب الطباعة الحجرية مستخدماً صفائح حجرية مستوية كـ «ألواح» طباعة.

1797 يسجل المهندس الأمريكي تشارلز نيوبولد (ولد عام 1780) براءة اختراع الشفرات الحديدية للمحراث.

1797 ينتج الملاح الجوي الفرنسي أندريه غارنيرن (1769–1823) نوعاً مطوراً من الباراشوت ويستعرض كفاءة أدائه بقفزه من منطاد.

انظر ايضا البراهين الأحفورية 5: 28-29



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1798 يقوم عالم الرياضيات الدنماركي كاسبار ويسيل (1745–1818) بتمثيل الأعداد المركبة باستخدام المتجهات (كميات فيزيائية تُحدد بقيمتها واتجاهها).

رسم كاريكاتيري يعود إلى عام 1851 يظهر الأعضاء القياديين في المعهد الملكي يجرون «تجاربهم» على الغازات.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1798 يؤسس العالم البريطاني الأمريكي الأصل **بنجامن تومبسون، كونت رامفورد،** (1753–1814) بداية النظرية الحديثة حول الحرارة باعتبارها نوعاً من أنواع الحركة، وذلك على إثر ملاحظته ارتفاع درجة الحرارة مواسير المدافع عند خراطتها.

1798 يكتشف الكيميائي الفرنسي نيكولاس فاكيولن (1763–1829) عنصرالبرليوم، وهو أقل المعادن المعروفة كثافة.

1799 يساهم **بنجامن تومبسون** في تأسيس المعهد الملكي في لندن.

الجيولوجيا GEOLOGY

1798 يتوصل العالم الإنجليزي **هنري كافندش** (1731–1810) إلى قياس كثافة كتلة الأرض مستخدماً طريقة تعرف اليوم بتجربة كافندش.



1799 يصادق الإمبراطور الفرنسي نابليون الأول (1769–1821) على حملة استكشافية جيولوجية إلى مصر. يضم الفريق عالم التعدين الفرنسي ديودات دي دولوميو (1750–1801).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1796 يستحدث الطبيب الألماني فرانز غال (1758–1826) «علم» فراسة الدماغ، والذي يذهب إلى وجود علاقة بين القدرة الذهنية وشكل الجمجمة.

1798 يكتشف عالم الاقتصاد الإنجليزي توماس مالتوس (1766–1834) العلاقة بين عدد السكان والغذاء المتوافر- يتزايد السكان بمعدل يفوق معدل الزيادة في الغذاء المتوفر.

1799 يجري الطبيب الإنجليزي توماس بيدوس (1760–1808) والكيميائي الإنجليزي **همفري ديفي** (1778–1829) تجارب باستخدام أكسيد النيتروز (غاز الضحك).

تبين خارطة فراسة الدماغ المناطق المختلفة للدماغ ووظائفها المفترضة. استحدثت فراسة الدماغ عام 1796 .

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

تستند الطباعة الحجرية – التي طورت عام 1796 – إلى مبدأ عدم امتزاج الماء مع الدهن. يقوم الرسام برسم لوحته على قطعة مستوية من الحجر مستخدماً حبراً دهنياً أو قلم رسم شمعي. يقوم الرسام بعد ذلك بتبليل الحجر ومن ثم يفرش الحبر عليه مستخدماً مدحاة لهذا الغرض. تتقبل المناطق المرسومة الحبر الذي لا يلتصق بالمناطق المبللة الخالية من الرسم. تتمثل الخطوة التالية بوضع ورقة فوق الحبر والضغط عليها فتنتقل بذلك الصورة المرسومة إلى الورقة. في الأسلوب المعاصر للطباعة الحجرية، مثل طباعة الكتاب الذي بين يديك، تحل صفائح معدنية رقيقة محل الحجر، كما تنقل الصور إلى الصفائح باستخدام التصوير الضوئي.



رسم صورة على الحجر باستخدام حبر دهني

حجر الرسم

1797 يبتكر الفيزيائي الفرنسي جين فورتن (1750–1831) البارومتر الزئبقي المحمول.

1799 يطور الكيميائيان الإسكتلنديان تشارلز تينانت (1768–1838) وتشارلز ماكنتوش (1766–1843) وسيلة لإنتاج كميات كبيرة (تجارية) من بودرة التبيض.

1799 يسجل الكيميائي الفرنسي فيليب ليبون (1767–1804) براءة اختراع مصباح وقوده الغاز المنتج من حرق نشارة الخشب تحت درجات حرارة مرتفعة.

FARM MACHINERY الآلات الزراعية

بعد اختراع المحراث والمنجل، خلال عصور ما قبل التاريخ، لم يحدث تطّور تكنولوجي يُذكر في مجال الزراعة حتى ابتكار شفرات الحراثة المعدنية. استخدم مزارعو الشرق الأوسط خلال القرن التاسع عشر قبل الميلاد شفرات حراثة مصنوعة من حديد مقلّد، ولم تظهر الشفرات المصبوبة من حديد الزهر في الغرب إلا في نهايات القرن الثامن عشر الميلادي.



▲ يظهر في اللوحة التي تعود إلى نهايات القرن الثامن عشر أنواع مختلفة من الآلات المستخدمة في الزراعة، بما في ذلك المحراث والمدحاة والمسحاة ومثقاب التبذير. لكن الجدير بالملاحظة أن جميع هذه الآلات تعمل بقوة الإنسان وطاقة الجياد.

ابتكر المهندس الإنجليزي روبرت رانسوم (1753–1830) الشفرات المصبوبة من حديد الزهر عام 1785. وفي الولايات المتحدة سجل تشارلز نيوبولد براءة اختراع الشفرات نفسها بعد 12 سنة. ومع استمرار استخدام الجياد لجرّ المحاريث أصبح بإمكان الشفرات الحديدية الوصول بيسر أكبر إلى طبقات أعمق من التربة مما كان ممكناً باستخدام المحاريث الخشبية. وقد صنع المهندس الأمريكي ستيفن ماكورمك (1784 – 1875) أول محراث مصبوب من الحديد بالكامل، كما توصل إلى تصنيع المحراث نفسه، وبشكلٍ مستقل، جيثرو وود (1774-1834). واستطاع الصانع الأمريكي جون دبير (1804–86) إنتاج هذه المحاريث بكميات تجارية عام 1839.

بحلول عام 1862 استخدم المزارعون الهولنديون محاريث تدار بطاقة البخار. تميزت هذه المحاريث بوجود شفرات حراثة عكوسة (قابلة للدوران في الاتجاهين) محمولة على إطار دولابي يرفع من جهة من الحقل إلى جهة أخرى باستخدام جرارين يداران بالبخار. كما أن مزارعين آخرين في أوروبا والولايات المتحدة استخدموا جرارات بخارية تسحب ورائها محاريث تقليدية.

يقوم المزارع في البداية بحرث الأرض وتقليب تربتها وتسويتها ومن ثم بذر البذور فيها. كانت عملية نثر البذور تتم يدوياً في العصور القديمة. لكن اختراع عالم الزراعة الإنجليزي جيثرو تل (1674–1741) للمثقاب الآلي للحبوب عام 1701 مثل اختراقاً تكنولوجياً كبيرا في هذا المجال. باستخدام هذه الآلة قام المزارعون ببذر البذور في صفوف متوازية مما سهل عليهم عملية إزالة الحشائش الضارة وكذلك عملية جني المحاصيل الزراعية فيما بعد. بعد عملية حصاد المحاصيل لابدّ من درس (نخل) بعضِ أنواعها، مثل القمح، لفصل الحبوب. كانت هذه العملية أيضاً من المهام الشاقة التي يقوم بها المزارعون باستخدام مدرس يدوي يشبه السوط، وذلك حتى اختراع صانع الطواحين الإسكتلندي أندرو ميكل (1719–1811) المدرس الآلي عام 1786.

كانت عملية جني المحاصيل آخر عمليات الزراعة الرئيسة التي طالتها يد الأتمتة (الميكنة). ويعزى فضل تدشين هذا الابتكار في العادة إلى سايروس ماكورمك (1809–84) والذي حاول والده روبرت من قبل تشييد مثل هذه الآلة دون التوصل إلى تحقيق نجاح يذكر. صنع سايروس أولى آلات جني المحاصيل عام 1831 عندما كان عمره 22 سنة فقط وسجل براءة اختراع آلة أخرى عام 1834. لكن ماكورمك لم يستغل ابتكاره لمدة ثلاث سنوات بدأ بعدها بتصنيع آلات الجني على المستوى التجاري. بحلول عام 1859 كون سايروس شركة مع أخيه ليندر ماكورمك. أنشأ الاثنان عام 1879 شركة آلات الحصاد التي امتلكت مشغلاً كبيراً في مدينة شيكاغو أنتجت 4,000 آلة سنويا.

قبل تسجيل سايروس ماكورمك براءة إختراعه إبتكر القسيس الإسكتلندي باتريك بل (1799–1869) عام 1827 نموذجاً آخر لآلة جني المحاصيل. أرسل بل أربع نسخ من ابتكاره إلى الولايات المتحدة ويحتمل أنها حفزت ماكورمك في مسعاه. كما أن المهندس الأمريكي أوبد هوسي (1792–1860) اخترع عام 1833 نوعاً ثالثاً من آلات جني الحصاد. كانت آلة هوسي المطورة عام 1847 أفضل من آلات ماكورمك لجز الأعشاب وتصنيع أكوام التبن، بيد أنه لم يمتلك التنظيم الإداري والحس التجاري مثل ماكورمك. كانت آلات ماكورمك تعرض بشكل دائم في معرض لندن الكبير ومعرض باريس الدولي عام 1855.





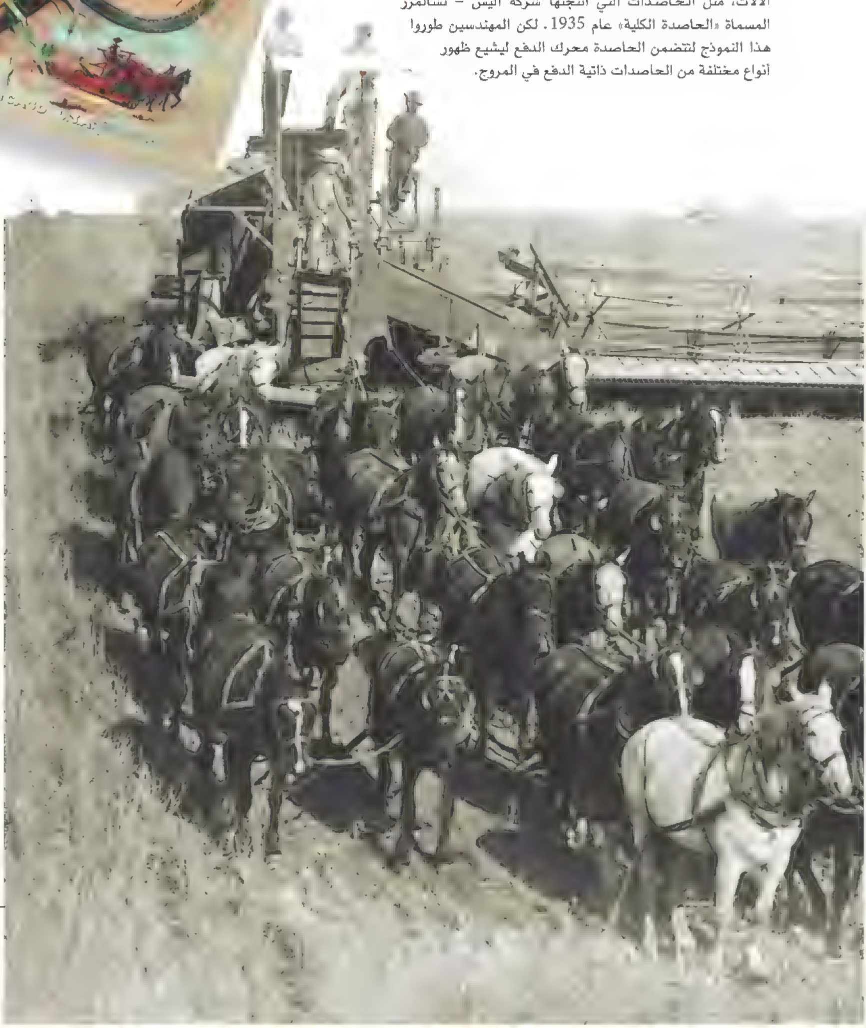
▶ أصبح أسم ماكورمك أحد أكثر الأسماء شهرة في عالم آلات الزراعة، وقد لقيت آلات الجني سوقاً رائجة في العديد من البلدان.

بعد الإسهامات الرائدة للحداد والمخترع الأمريكي جون لين خلال العقد الثالث من القرن التاسع عشر قام عدد من المهندسين بتصنيع آلات حصاد متكاملة. فإلى جانب استخدام هذه الآلات في قطع القمح صممت لتجميع المحصول وربطه في حزم أيضاً. كما ابتكرت آلات مخصصة لتحزيم المحاصيل فقط أيضاً، وبخاصة على يد الأمريكي جون أبلبي (1840–1917) وذلك عام 1878. علاوة على ذلك أنتجت في مرحلة لاحقة آلات حصاد متكاملة من وظائفها درس (نخل) الحبوب أيضا، لكن إدارة هذه الآلات احتاجت عشرة جياد أو أكثر بسبب ثقلها.

مثل اختراع آلات الجر العاملة بالبخار، ومن بعدها تراكتورات البخار عام 1908، حل معضلة كبر كتلة الآلات المتكاملة وثقلها. وخلال سنتين سادت الآلات المتكاملة العاملة بالبنزين سوق الآلات الزراعية. في النماذج الأولى استخدم جرار منفصل لسحب هذه الآلات، مثل الحاصدات التي أنتجتها شركة أليس – تشالمرز المسماة «الحاصدة الكلية» عام 1935. لكن المهندسين طوروا هذا النموذج لتتضمن الحاصدة محرك الدفع ليشيع ظهور أنواع مختلفة من الحاصدات ذاتية الدفع في المروج.

تواريخ مفصلية

- **1701** المثقاب الآلي لنثر البذور.
- **1785** الشفرات المسبوكة من حديد الزهر.
- **1786** آلات الدرس (النخل).
- **1819** المحراث المسبوك من حديد الزهر.
- **1834** آلات جني الحصاد.
- **1838** الحاصدات المتكاملة.
- **1878** آلات التحزيم.
- **1908** جرارات الكاتربلر العاملة بالبخار.
- **1935** الحاصدة الكلية.



▶ يمكن لنموذج أولي من آلات الدرس المتكاملة قطع القمح في رقعة زراعية بقطر يبلغ 20 قدماً (6 م)، الصورة لمرح في ولاية أورغون. بيد أن سحب الآلة وتشغيلها يحتاج 30 حصاناً وأربعة رجال.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1800 يرصد الفلكي الإيطالي جيوسيبي بيازي (1746–1826) كويكب سيريس وهو أول كويكب يكتشف. يفقد الفلكيون إحداثيات موقعه حتى إعادة الفيزيائي كارل جاوس (1777–1855) اكتشافه بعد سنة.

1802 يرصد الفلكي الألماني **هنريخ أولبيرس** (1758–1840) ثاني كويكب مكتشف، بالاس. أما الكويكب المكتشف الثالث، جونو، فقد تم رصده عام 1804 على يد الألماني كارل هاردنغ (1765–1834). تم اكتشاف أعداد كبيرة من الكويكبات خلال القرون التالية ويبلغ عددها اليوم 25,000 كويكب.

1802 يلاحظ العالم الإنجليزي وليام ولاستون (1766–1828) الخطوط المعتمة في الطيف الشمسي. يبقى الاكتشاف دون أن يثير اهتماماً حتى عام 1814 عندما سجل الفلكي الألماني جوزف فون فرانهوفر (1787–1826) رصده لها. تعرف الخطوط منذ ذلك الحين بخطوط فرانهوفر.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1800 يكتشف الفلكي الإنجليزي وليام هيرتشل (1738–1822) الأشعة تحت الحمراء (من الشمس).

1800 يجري الكيميائيان الإنجليزيان وليام نيكلسون (1753–1815) وأنتوني كارلسل (1768–1840) اول تجربة في التحليل الكهربائي (باستخدام الماء).

1801 يجري الفيزيائي الإنجليزي توماس يونغ (1773–1829) تجربة التداخل في الضوء.

1801 يضع الكيميائي الإنجليزي **جون دالتون** (1766–1844) قانون الضغط الجزئي (يعرف أحياناً بقانون دالتون): يساوي ضغط مزيج من الغازات مجموع ضغط كل غاز على حدة لو كان يشغل الحيز نفسه.

1801 يكتشف الفيزيائي الألماني يوهان ريتر (1776–1810) الأشعة فوق البنفسجية.

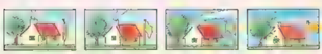
1801 يصوغ الكيميائي الفرنسي تشارلز ديزورميه (1777–1862) الصيغة الكيميائية لغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2). اكتشف الكيميائي الإسكتلندي جوزف بلاك (1728–99) الغاز عام 1754، لكن تركيبه الكيميائي لم يكن معروفاً.

1803 يصوغ الكيميائي الإنجليزي وليام هنري (1774–1836) قانون هنري: عند ثبات درجة الحرارة تتناسب كمية الغاز التي يمتصها سائل مع ضغط الغاز.

الجيولوجيا GEOLOGY

1802 يطرح العالم الإنجليزي إدوارد هوارد (1774–1816) فرضيته القائلة بتكون الشهب خارج الأرض (كان الاعتقاد السائد بأن الظاهرة أرضية المصدر).

1804 يقوم الكيميائيان الفرنسيان جين – بابتستي بايو (1774–1862) وجوزف غي – لوساك (1778–1850) بدراسة الغلاف الجوي للأرض بالصعود على متن منطاد وإجراء تجاربهما.



هواء خفيف 1 3 ميل/ساعة (1 5 كم/ساعة) مقياس بيوفورت للرياح: 1

تسبم خفيف 4 7 ميل/ساعة (6 11 كم/ساعة) مقياس بيوفورت للرياح: 2

تسبم ناعم 8 12 ميل/ساعة (12 19 كم/ساعة) مقياس بيوفورت للرياح: 3

تسم متوسط 13 18 ميل/ساعة (20 29 كم/ساعة) مقياس بيوفورت للرياح: 4

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1800 إنشاء كلية الجراحين الملكية في لندن.

1801 يفسر العالم الإنجليزي توماس يونغ (1773–1829) سبب حدوث اختلال العين المعروف بالاستغما (اللابؤرية).

1802 يستحدث عالم الطبيعيات الفرنسي **جين بابتست لامارك** (1744–1829) مصطلح «البيولوجيا» للدلالة على حقل دراسة الكائنات الحية والعمليات الحيوية فيها.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

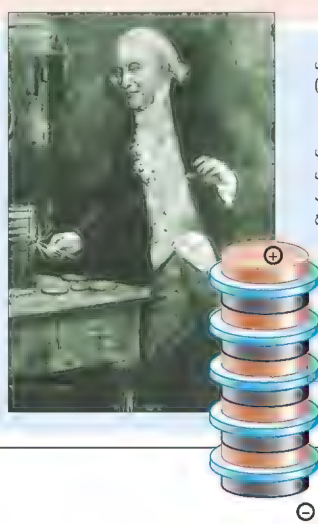
1800 يخترع العالم والسياسي الإنجليزي تشارلز ستانهوب (1753–1816) مكبس الطباعة الحديدي.

1800 يبتكر المهندس الإنجليزي هنري مودسلي (1771–1831)، وبشكل مستقل الأمريكي ديفيد ولكنسون (1771–1852)، مخرطة لقطع البراغي.

1800 يخترع الفيزيائي الإيطالي اليساندرو فولتا (1745–1827) مركم بطاريات لتوليد تيار كهربائي مستمر.

1801 يبتكر الكيميائي الأمريكي روبرت هير (1781 – 1858) أنبوب نفخ أكسجيني – هيدروجيني يمكنه إنتاج شعل فائقة درجات الحرارة.

1801 يشيد المهندس الإنجليزي **ريتشارد ترفثك** (1771 – 1833) «قاطرة» برية تعمل بالبخار. وفي عام 1803 ينجح في تشييد أول قاطرة بخارية للسكك الحديدية.



تتطاير الشرر مع عرض الكونت اليساندرو فولتا لمركمه (اخترع عام 1800): يتكون المركم من صف من الواح النحاس والزنك توضع بالتناوب. وتفصل الألواح المعدنية عن بعضها قطع من القماش المشبع بمحلول ملحي.

انظر أيضا طبيعة الضوء 4: 28–29؛ المسدس 5: 40–41؛ الجدول الدوري (للعناصر) 6: 32–33؛ الإلكترون المراوغ 7: 16–17

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1806 يستحدث عالم الرياضيات السويسري جين – روبرت أرغاند (1768–1822) مخطط أرغاند لتمثيل الأعداد المركبة، $z=x+iy$، كنقاط في نظام إحداثيات. تمثل الأعداد الحقيقية (x) في هذا النظام على المحور الافقي، بينما يمثل المحور الرأسي (y) الأعداد التخيلية.



وضع الكيميائي الإنجليزي جون دالتون نظريته الذرية عام 1803. تنص النظرية على أن العناصر الكيميائية تتكون من ذرات غير قابلة للانقسام، وتتحد ذرات العناصر مكونة المركبات الكيميائية. كما استحدث دالتون مجموعة من الرموز للدلالة على العناصر المعروفة حينئذ. لكن «عناصره» احتوت عدداً من المواد المركبة في واقع الأمر، مثل المغنيسيا والكلس، والتي نعلم اليوم أنهما أكسيد المغنسيوم وأكسيد الكالسيوم على التوالي، لكن فصل الأكسجين عن كل من المغنسيوم والكالسيوم استغرق سنوات عدة من بعد دالتون.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1803 يطرح الكيميائي الإنجليزي **جون دالتون** (1766–1844) نظريته الذرية: تتكون العناصر من ذرات غير قابلة للانقسام وتتكون المركبات من اتحاد هذه الذرات. وبعد سنة يطرح قانون النسب المتعددة: عند اتحاد عنصرين لتكوين أكثر من مركب واحد تكون نسبة المركبات الناتجة إلى بعضها أعداداً صحيحة صغيرة.

1806 يتعرف الكيميائيان الفرنسيان نيكولاس فاكولين (1763–1829) وبيير روبيكوت (1780–1840) على الحمض الأميني لأول مرة: أسباراجين (في الهليون).

الجيولوجيا GEOLOGY

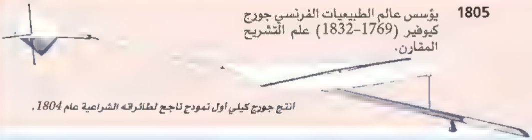


1805 يبتكر ضابط البحرية الإنجليزي فرانسس بيوفورت (1774–1857) تدريج بيوفورت لتصنيف الرياح بحسب سرعتها وآثارها على ما يحيطها.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1803 يصف الطبيب الألماني جون أوتو (1774–1844) داء خلل الدم الوراثي المعروف بالهيموفليا (الناعورية أو المزاج النزفي).

1805 يؤسس عالم الطبيعيات الفرنسي جورج كيوفير (1769–1832) علم التشريح المقارن.



انتج جورج كيلي أول نموذج ناجح لطائرته الشراعية عام 1804.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1802 يشيد المهندس الإسكتلندي وليام سايمنغتون (1763–1831) أحد أكثر القوارب البخارية الرائدة نجاحاً، القارب *تشارلوت دنداس*.

1803 تتبنى البحرية البريطانية مجموعة من آلات تصنيع البكرات التي ابتكرها المهندس الفرنسي الأصل مارك برونل (1769–1849). تصف البكرات لتشكل خط إنتاج.

1803 تستخدم الحربية البريطانية الطلقات المعلبة لأول مرة، تطلق البندقية الرصاص المعلب الذي يتفجر عند الاصطدام ناثراً الشظايا الكروية. تم اختراع العلبة على يد الجندي البريطاني هنري شاربنل (1761–1842).

1804 يشيد المخترع الإنجليزي ومؤسس علم الديناميكا الهوائية **جورج كيلي** (1773–1857) نموذجاً لطائرة شراعية، كما يقوم بالتحليق على متنها.

1804 يشيد المهندس الأمريكي أولفر إيفانز (1755–1819) آلة حفر برمائية تعمل بطاقة البخار.

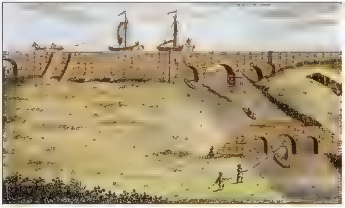
1805 يبتكر المخترع الفرنسي جوزف جاكارد (1752–1834) نولا تتحكم في تشغيله «سلسلة» من البطاقات المثقوبة .

1805 يطور رجل الدين الإسكتلندي الكساندر فورسايث (1769–1843) بودرة التفجير (فلمنيت؛ وهو مركب كيميائي من الزئبق) لاستخدامها في الأسلحة النارية. كما يسجل براءة اختراع كبسولة قدح إشعال البارود للأسلحة التي تعبأ من فوهات مواسيرها، وذلك بعد سنتين من هذا التاريخ.

1806 يبتكر المهندس العسكري البريطاني وليام كونغريف (1772 1828) صاروخا يعمل بالوقود الصلب؛ تقوم البحرية الملكية البريطانية في السنة التالية بقصف موانئ فرنسا والدنمارك بهذه الصواريخ.

النقل عبر القنوات المائية CANAL TRANSPORTATION

قبل ظهور القطارات مثلت القنوات المائية الوسيلة الرئيسة لنقل البضائع الثقيلة. فمع نهايات القرن الثامن عشر سحبت البَرجات عبر القنوات الخشب والفحم وخامات الحديد – وهي المواد الخام اللازمة للتصنيع مع بزوغ عصر الثورة الصناعية – كما قطرت المنتجات النهائية، ووفرت الجياد قوة الدفع اللازمة.



▲ شيدت قناة بردجووتر عبر نهر إرويل باستخدام جسور صخرية. ولتسهيل حركة البرجات تمت الاستعانة بالأشرعة لمساعدة الجياد حيثما أمكن.

شيد الصينيون قبل أكثر من ألفي عام أولى قنوات النقل المائية. كما انتشر استخدام نظم قنوات الصرف الصحي والري في شمال الهند على نطاق واسع، وكذلك في هولندا بحلول العصور الوسطى.

أما استخدام القنوات للنقل الصناعي فلم ير النور حتى عام 1757 بعد انتهاء المهندس الإنجليزي هنري بري (1720–1812) من تشييد قناة سانكي بروك الملاحية قرب مدينة سينت هيلنز في شمال إنجلترا. ضمت قناة سينت هيلنز هويسين شيدا بشكل متوازٍ إلى جانب بعضهما عرفا البعض بالهويس السُلمي.

تعتبر قناة بردجووتر قرب مدينة مانتشستر بإنجلترا أول قناة ذات مردود تجاري والتي صممها المهندس جيمس برندلي (1716–72) وأنتهى من تشييدها عام 1761. بلغ عرض القناة في حده الأدنى 26 قدماً (8 م) واتخذ شكلاً متعرجاً (لينساب الماء خلالها بفعل الجاذبية الأرضية) ولم يشمل أي هويس. تحتاج القنوات الأكثر استقامة إلى بناء هويسات لمعالجة التغير في ميل الأراضي التي تمرّ فيها، كما تحتاج إلى حفر أنفاق لتفادي المرتفعات وقنوات مساندة للمرور عبر الأودية.

في القنوات الي شيدها برندلي في وقت لاحق بلغ عرض الهويسات حدود 13 قدماً (4 م) فقط. وكانت عرض البرجات العابرة لهذه القنوات بالتالي أقل من هذه المسافة، لكن يمكن لطولها أن يبلغ حوالي 72 قدماً (22 م) – وهو الطول الأقصى للهويسات. ونتيجة لذلك عرفت البرجات هذه بالقوارب الضيقة. كان يمكن لحمولة البرجات أن يبلغ 33 طناً (30 طناً مترياً)، في حين لا تزيد حمولة العربات عن 2.2 طن (2 طن متري) ولا تزيد حمولة الجياد في العادة عن 300 رطل (135 كجم).

تزايد أعداد قنوات النقل بعد ذلك. ففي عام 1773 فوضت الحكومة البريطانية المهندس الإسكتلندي ***جيمس وات*** (1736–1819) لمسح الطرق في إسكتلندا لتحديد أنسبها لربط بحيرات المياه العذبة (لوخ) مع بعضها وصولاً إلى ربطها ببحر الشمال والمحيط الأطلسي. بدأ المهندس الإسكتلندي توماس تلفورد (1757–1834) العمل في هذا المشروع عام 1803 ليتوج بإبحار أول ناقلة عبر القناة عام 1822. أما أول قناة مهيأة لاستقبال البواخر العابرة للبحار (السفن الكبيرة) فقد دشنت عام 1819 والتي ربطت مدينة إكستر في الجنوب الغربي لإنجلترا بالبحر.

في أمريكا الشمالية يُعتقد أن أول قناة ذات هويسات شيدت هي الممر المائي القصير في كوتوه- دو- لاك بمقاطعة كيوبك، التي بناها المهندس الإنجليزي وليام توس (1745–1827) عام 1779 بهدف تخطي منطقة ممتدة عاتية الموج في نهر سينت لورانس. وفي عام 1825 افتتحت قناة إيري لنقل محاصيل الحبوب من منطقة البحيرات الكبرى إلى مدينة نيويورك عبر نهر هدسون. يبلغ طول القناة 362 ميلاً (583 كلم) بعرض 39 قدماً (12 م) وعمق 4 أقدام (1.2 م) ويحتوي 83 هويساً لعبور الأراضي المرتفعة غرب مدينة تروي في نيويورك. وخلال أقل من عشر سنوات زادت عوائد عبور القناة عن تكاليف إنشائه البالغة سبعة ملايين دولار. وبعد التوسعة الحديثة للقناة، التي أصبحت جزءاً من نظم القنوات لولاية نيويورك، يمكن عبور برجات حمولتها حوالي 2,204 أطنان (2,000 طن متري).

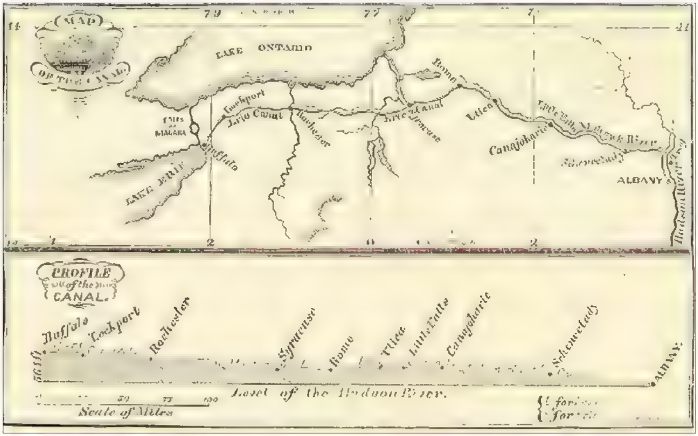
تواريخ مفصلية

1757 قناة سانكي بروك الملاحية.

1761 قناة بردجووتر.

1779 قناة كوتو – دو – لاك.

1825 قناة إيري.



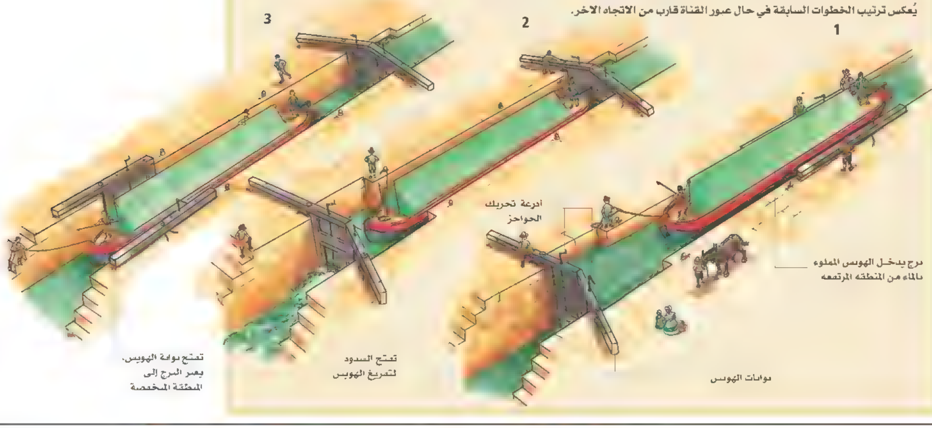
◄ عرفت قناة إيري في الأصل «الخندق الكبير لكلنتون»، تحديداً لحاكم ولاية نيويورك ديويت كلنتون (1769-1828) الذي فوض تشيدها عام 1817. دشنت القناة 1825.



▲ شيد الهويس المبين في اللوحة على قناة غراند جنكشن عام 1819، وربط مدينة لندن بالمدن الصناعية في وسط إنجلترا. تم تطوير القناة في وقت لاحق لتصل إلى ميناء ليفربول في الشمال.

الهويس

المفتاح الرئيس لتطوير القنوات المائية الملاحية وجود بحيرات أو غرف تعرف بالهويسات. ويتكون الهويس بشكل أساسي من كمية من المياه المحجوزة يمكن الاستعانة بها في رفع أو خفض مستوى القناة تدريجيا. اخترع الصينيون القدماء الهويس لكن تصميمه بلغ حد الكمال على أيدي الهولنديين والإيطاليين في حوالي عام 1370. للهويس زوج من البوابات المحمولة على مفاصل عند كل طرف. تغلق البوابة بزاوية مقابلة لمسار حركة الماء الساقط عليها (حتى يساعد ضغط الماء على إبقاء البوابة معلقة). تشيد على البوابات أو بقربها حواجز يمكن رفعها أو خفضها للسماح للمياه بالدخول إلى الهويس أو الخروج منه. ولمعرفة سلسلة العمليات اللازمة لتشغيل الهويس لنأخذ مثال قارب يتحرك من المنطقة المرتفعة باتجاه البوابة المعلقة. تفتح الحواجز على البوابة في المنطقة المرتفعة حتى يمتلئ الهويس بالماء.1. تفتح البوابات ويسمح للقارب بالدخول في منطقة الهويس .2. تغلق الأبواب خلف القارب. تفتح الحواجز على البوابات السفلية حتى ينخفض مستوى الماء في الهويس إلى مستوى الماء في المنطقة المنخفضة من القناة.3. تفتح البوابات في المنطقة المنخفضة ويسمح للقارب بعبور الهويس.
يُعكس ترتيب الخطوات السابقة في حال عبور القناة قارب من الاتجاه الاخر.



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1807 يرصد الفلكي الألماني **هنريخ أولبيرس** (1758–1840) كويكب فيستا، وهو رابع كويكب يكتشف.

1807 تساقط شهاب وانفجاره فوق مدينة ويستن بولاية كنكتيكت. يقوم العالم الأمريكي ناثانيل بودتش (1773–1838) في وقت لاحق بتقدير الكتلة الأصلية للشهاب ويقدرها 6.6 مليون طن (6 ملايين طن متري).

1809 يضع عالم الفيزياء الرياضية الفرنسي سيمون بوايسون (1781–1840) نظرية لتفسير عدم انتظام أفلاك الكواكب (المترجم: بحسب قوانين كبلر).

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS



عزل همفري عدداً من العناصر من مركباتها باستخدام التحليل الكهربائي. تبدو في الصورة نسخة من جهاز التحليل الكهربائي الذي استخدمه عام 1810.

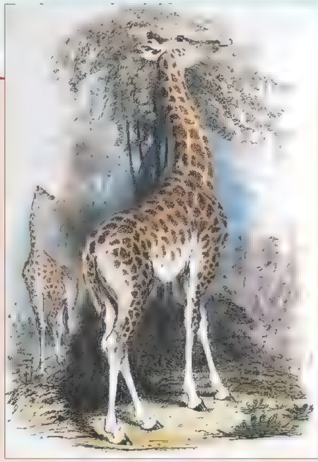
1807 يستخدم الكيميائي الإنجليزي **همفري ديفي** (1778–1829) التحليل الكهربائي لإعداد أول عينة من الصوديوم والبوتاسيوم. وباستخدام الأسلوب نفسه يقوم بعد سنة بعزل عناصر الباريوم والكالسيوم والمنغنيز والبورون والسترونتشيوم.

1807 يستحدث الكيميائي السويدي **يونز برزيليوس** (1779–1848) مصطلح «العضوي» للدلالة على المركبات الكيميائية المشتقة من الكائنات الحية. كما يستحدث بعد 11 سنة النظام الحديث في الترميز الكيميائي. (المترجم: الكيمياء العضوية في جوهرها هي كيمياء الكربون).

1808 يكتشف الفيزيائي الفرنسي إتيني مالوس (1775–1812) ظاهرة استقطاب الضوء من خلال إنعكاس شعاع ضوئي عن سطح مرآة.

الجيولوجيا GEOLOGY

1807 تأسيس الجمعية الجيولوجية في لندن.



عرفت نظرية التطور لعالم الطبيعيات الفرنسي جيمس – بابتست لامارك باللاماركية. وتذهب النظرية إلى أن الصفات التي يكتسبها الحيوان خلال حياته يمكن أن تورث إلى أنساله. اتخذ الزراف مثالاً تقليدياً للتدليل على صحة النظرية. فلوصول الزرافة إلى أوراق النباتات المرتفعة تقوم بمدّ عنقها عالياً ولذلك يطول عنق الزرافة خلال فترة حياتها. تتوارث الأنسال التالية خاصية استطالة العنق وتصبح أعناق الزرافات بعد عدة أجيال أطول من أعناق أسلافها. اعتبرت النظرية خاطئة وفضل عليها تفسير التطور بناءً على نظرية البقاء للأصلح التي طرحها عالم الطبيعيات الإنجليزي تشارلز داروين (1809–82).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1809 يضع عالم الطبيعيات الفرنسي **جين – بابتست لامارك** (1744–1829) فرضية مفادها أن الخصائص المكتسبة (من مثل عضلات رافعي الأثقال) تورث للأنسال– تعرف بالفرضية اللاماركية وتعتبر من النظريات الخاطئة حاليا).

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1807 يسجل الأخوان فرنسيا الأصل **هنري فوردرنير** (1766–1854) وسيلي فوردرنير (1774–1847) براءة اختراع آلة تنتج ورقاً متصلاً (على شكل لفائف تلف على بكرة).

1807 يخترع المهندس الأمريكي أولفر إيفانز (1755–1819) الحزام الناقل.

1807 ينجح المهندس الأمريكي **روبرت فولتون** (1765–1815) في بناء قارب يعمل بالبخار يطلق عليه مسمى *كليرمونت* (سُمي في الأصل *قارب نهر الشمال البخاري*).

1808 يشيد المهندس الأمريكي **جون ستيفنس** (1749–1838) أول قارب بخاري يبحر في عرض البحر، *العنقاء*.

1808 يبتكر الكيميائي الإنجليزي **همفري ديفي** (1778–1829) المصباح القوسي.

1808 يشيد المخترع الإنجليزي **جورج كيلي** (1773–1857) طائرة شراعية بالحجم الكامل (تطير بدون طيار)

1809 يشيد الفيزيائي الألماني **صامول فون سومرنغ** (1755–1830) مبرقة الكترولية يتم فيها التنبيه بوصول إشارة برقية من خلال ظهور فقاعات من الغاز عند الإلكترود (المهبط)

1810 يخترع كبير الطباخين الفرنسي **نيكولاس أبيرت** (حوالي 1750–1841) عملية تعليب الأطعمة (تم الاختراع في الاصل لتوفير الطعام المعلب لجيش نابليون).

1810 يبتكر المهندس الألماني **فريدريك كونغ** (1774–1833) آلة كبس طباعة تعمل بالبخار.



أبحرت السفينة البخارية كليرمونت التي شيدها روبرت فولتون بنجاح عبر نهر هدسن من مدينة نيويورك إلى مدينة الباني وذلك عام 1807.

انظر أيضا الآلة البخارية 4: 44–45؛ البراهين الأحفورية 5: 28–29؛ تشارلز دارون 5: 44–45

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1810 يؤسس عالم الرياضيات الفرنسي جوزف جيرغون (1771–1859) أول دورية خاصة للرياضيات، *حولية الرياضيات النظرية والتطبيقية*.

1811 يضع الفلكي الإنجليزي الألماني الأصل وليام هيرتشل (1738–1822) نظرية تذهب إلى أن النجوم تشكلت بتكثف غازات السحب السديمية مكونة حشوداً نجمية.

1812 ينشر عالم الرياضيات الفرنسي بيير – سيمون دي لابلاس (1749–1827) *نظرية التحليل والإحتمال*، ويتضمن عرضاً لنظرية الإحتمال التي تؤثر بشكل كبير على تقدم علم رياضيات الاحتمالات.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1808 يكتشف الكيميائي السويسري نيكولاس دي سوسر (1767–1845) التركيب الكيميائي للإثينول (الكحول الأثيلي).

1808 يصوغ العالم الفرنسي جوزف غي – لوساك (1778–1850) قانون غي – لوساك: عند ثبوت درجة الحرارة والضغط يتناسب حجم الحيز الذي يشغله خليط من الغازات مع مجموع أحجام كل غاز على حدة.

1809 يكتشف الكيميائي الفرنسي نيكولاس فاكيولن (1763–1829) مادة النيكوتين في التبغ، والذي جلبه إلى فرنسا لأول مره عام 1561 الدبلوماسي الفرنسي جين نيكوت (1530–1600).

1811 يكتشف الكيميائي الفرنسي برنارد كورتويز (1777 1838) عنصر اليود.

1811 يضع العالم الإيطالي أميديو أفوجادرو (1776–1856) فرضية أفوجادرو: عند ثبوت درجة الحرارة والضغط تحتوي الحجوم المتساوية من الغازات عدداً متساوياً من الجزيئات. ويبلغ عدد جزيئات المول الواحد من أي غاز رقماً يعرف بثابت (أو عدد) أفوجادرو، ويساوي تقريبا 6×10^{23}.

1812 يحلل الكيميائي الألماني غوتليب كيرتشوف (1764–1833) الجلوكوز.

الجيولوجيا GEOLOGY

1808 يصمم عالم التعدين النمساوي ألوس فدمانستاتن (1754–1849) تصنيفاً للشهب المحتوية على الحديد بحسب خصائص نطاقاتها من القصدير والحديد (تعرف النطاقات بمخطط فدمانستاتن) في تركيبها.

1811 تكتشف الطالبة في المراحل الدراسية ماري أَننغ (1799–1847) أول أحفور للإكصور (من الزواحف البحرية السمكية في عصور ما قبل التاريخ)، وذلك في جنوبي إنجلترا.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1809 يقوم الجراح الأمريكي إفرايم ماكدول (1771–1830) بأول عملية إزالة مبيض مصاب بالسرطان.

1811 يميز عالم التشريح الإسكتلندي تشارلز بل (1774–1842) بين الأعصاب الحركية (ذات الصله بحركة الكائن الحي) والأعصاب الحسية (ذات الصلة بالحواس من مثل اللمس).

1813 يصمم عالم النبات السويسري أوغستين دي كاندول (1778 1841) نظام تصنيف للنباتات ويسمي نظامه «تاكسنومي».

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1811 يخترع المهندس الإنجليزي جون بلنكنسوب (1783–1831) دولاباً للقطارات يعمل بالبخار ويستخدم تروساً مسننة وقضباناً حديدية.

1812 يبتكر العالم الإنجليزي وليام ولاستون (1766–1828) الكاميرا الشفافة، والتي توصل بمجهر حتى يتمكن المشاهد من رؤية الجسم وورقة مسطحة في آن واحد ليتمكن بذلك من رسم الجسم. (المترجم: تستخدم الكاميرا منشوراً أو مرآة، وفي الغالب مجهراً، لإسقاط الصورة غير الحقيقية للجسم على سطح ورقة، ويمكن بالتالي رسمه).

1813 يشيد المهندس الإنجليزي وليام هدلي (1799–1843) قطاره البخاري *بيلي النافث للدخان*. يسير القطار على سكة حديد ملساء بعجلات ملساء.

تمت المحافظة على قاطرة وليام هدلي ذات الأسطوانتين المسماة بيلي النافث للدخان (1813).

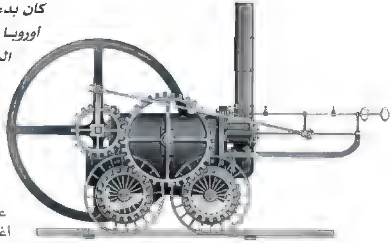


1813 يبدأ المهندس الإنجليزي بريان دونكن (1768–1855) إنتاج اللحوم المعلبة.

1813 يبتكر المهندس السويسري يوهان بودمر (1786–1866) مدفعاً يلقم بالذخيرة من الجزء الخلفي له.

THE BEGINNING OF RAILROADS بدايات السكك الحديدية

كان بدء القاطرات في القرن السادس عشر، عندما أخذ عمال المناجم في العديد من دول أوروبا باستخدام الجياد لجّر العربات الموضوعة على «سكك» مصنوعة من أعمدة من الخشب مرصوصة طولياً إلى جانب بعضها البعض. لكن استخدام قاطرات البخار الأثقل بمراحل بدلاً من الجياد، استدعى أيضاً استبدال الروافد الخشبية بالسكك الحديدية، فأدى ذلك إلى ولادة «السكك الحديدية».



▲ تعتبر قاطرة ريتشارد ترفثك، التي شيدها عام 1803، أول قاطرة ذات عجلات حديدية تسير على قضبان حديدية. ونظراً لخفة وزن آلتها البخارية، عملت القاطرة تحت ضغط بخار أعلى بمراحل عن ضغط بخار عملَ آلات البخار الأخرى في ذلك الحين.

جاء ذكر سكك الطرق منذ وقت مبكر يعود إلى عام 1556 على يد العالم الألماني جورجيوس أغريكولا (1494–1555) بوصفه سكة مصنوعة من عوارض خشبية لاستخدامها في النقل من المناجم.

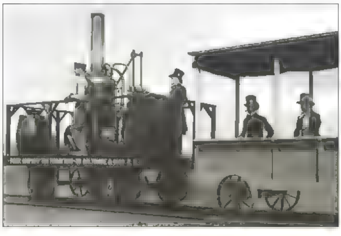
وفي مناطق مناجم الفحم في وسط إنجلترا جرت الجياد بنهاية القرن السابع عشر العربات الفارغة إلى المناجم في المناطق المرتفعة. وبعد تحميل العربات تم إنزالها ذاتياً تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية. مع تصنيع أبراهام داربي (حوالي 1678–1717) حديد الزهر بتكلفة زهيدة في بدايات القرن الثامن عشر أصبح بالإمكان إنتاج سكك متينة مصنوعة من الحديد الزهر.

تم بناء أول قاطرة بخارية عام 1803 على يد المهندس الإنجليزي **ريتشارد تريفثك** (1771–1833). سارت القاطرة على سكك مصنوعة من حديد الزهر مسافة بلغت 10 أميال (16كم) تصل مشغل حديد بن – واي – دارن إلى قناة غلاموغانشاير جنوبي ويلز. كانت عجلات القاطرة والمعدات الدراجة ملساء ليس بها شقوق، ولذلك وضعت حواف بارزة على السكة الحديدية تتحكم في إبقاء القاطرة على السكة. وبعد أربع سنوات شيد تريفثك لعبة على شكل قطار يسير على سكة حديدية دائرية الشكل في منطقة يوستن بلندن ويحصل من الركاب شلناً واحداً ليركبوا اللعبة – أطلق على اللعبة مسمى *اقبض عليّ إن استطعت*.

دشن أول قطار لنقل الركاب والبضائع بشكل منتظم عام 1825. فقد قامت شركة ستوكتون ودارلنغتون للسكك الحديدية بافتتاح قطار من صنع المهندس الإنجليزي **جورج ستيفنسون** (1781–1848) يقطع مسافة 26 ميلاً (42 كم). لكن الركاب اعتادوا حتى عام 1833 على التنقل مستخدمين العربات التي تجرها الجياد، في حين كانت البضائع فقط تنقل على متن العربات التي تجرها القاطرات البخارية. ظهر أول قطار للنقل بين المدن عام 1830 الذي ربط بين مدينتي ليفربول ومانشستر مستخدماً قاطرة ستيفنسون، *الصاروخ*، في جر العربات. شيد القطار أساساً لنقل القطن من مدينة ليفربول إلى مصانع النسيج في مدينة مانتشستر في الشمال الغربي لإنجلترا، لكن خط السير كان يمر عبر منطقة واسعة من المستنقعات. تغلب ستيفنسون (الذي كان كبير المهندسين المسؤول عن تشييد الطريق) على المعضلة ببناء السكة على سياج «طاف» في المناطق المغمورة بالمياه.

ازدهرت سكك الحديد في دول أخرى أيضا. ففي عام 1830 دشنت شركة بولتيمور وأوهايو للسكك الحديدية أول قطار لها للنقل بين مدينتي بولتيمور و إيليكوت ملز بمسافة بلغت في البداية 13 ميلاً (21 كم). كانت قاطرة السحب من صنع المهندس الأمريكي بيتر كوبر (1791–1883) وأسماها توم ثمب، وهي أول قاطرة تصنع في الولايات المتحده. كما أن شركة فيلادلفيا وكولومبيا للسكك الحديدية دشنت قطارها عام 1831 باستخدام الجياد لجر عرباتها في البداية، لكنها استبدلتها بالقاطرات البخارية بعد ثلاث سنوات. علاوة على ذلك دشنت شركة ساوث كارولينا للسكك الحديدية عام 1831 قطاراتها التي قطعت حينها أكثر مسافات النقل طولاً. ربطت الرحلة بين مدينتي تشارلستون وهامبورغ وبلغ طول السكه الحديد 154 ميلاً (248 كم).

في فرنسا افتتح أول خط لعربات تجرها القاطرات البخارية بين مدينتي سينت إتينيه وليون عام 1832، كما بدأت أول رحلة باستخدام القطارات بين مدينتي نورمبيرغ وفيرث بألمانيا عام 1835 على متن قطار تجره قاطرة سُميت *النسر التي شيدها المهندس الإنجليزي روبرت ستيفنسون* (1803–59). وبحلول عام 1840 انتشرت سكك الحديد في النمسا وإيرلندا وهولندا. ومع ظهور القطارات والسكك الحديدية تلاشت البّرح القديمة وأصاب



▲ شيد المهندس الأمريكي بيتر كوبر عام 1830 أول قاطرة في الولايات المتحدة، توم ثمب، وبلغت سرعة جر القاطرة لعرباتها من 5 إلى 18 ميلاً في الساعة (8–30 كم /ساعة).

تواريخ مفصلية

1803 قاطرة ترفثك.

1825 شركة ستوكتون ودارلنغتون للسكك الحديدية.

1830 شركة ليفربول مانتشستر للسكك الحديدية.

1830 شركة بلتيمور وأوهايو للسكك الحديدية.

1831 شركة جنوب كارولينا للسكك الحديدية.





◀ بهدف حشد الاهتمام لقاطرته الجديدة، شيد ريتشارد ترفثك سكة حديدية دائرية الشكل على أرض فضاء في لندن. كان الركاب يدفعون شلناً واحداً لركوب القطار الدوار الذي يسمى عن جداره *القبض عليّ إن استطعت*.

العطب القنوات المائية التي كانت تستخدم لنقل البضائع.

يحتاج تسيير القطارات إلى عدد من الأدوات إلى جانب القاطرات والمعدات الدرجية. شيد «الطريق» الأصلي للقطارات باستخدام سكك مصنوعة من الحديد. استخدم حديد الزهر في تصنيع القضبان في البداية مع وضع أجزاء من السكة بزاوية قائمة بهدف إبقاء العجلات عليها. وخلال فترة قصيرة استبدلت العجلات ذات الشقوق القضبان المحفورة على السكة، وبذلك سارت العجلات على قضبان سطوحها العلوية مستقيمة والسفلية منحنية لتصبح أكثر سماكة (وأقوى) في مركزها. لكن الحديد الزهر هش وغالباً ما يتهشم تحت قوة أحمال القطارات. مع حلول عام 1858 حلت القضبان المصنوعة من الفولاذ محل قضبان حديد الزهر، والذي استخدمه صانع الفولاذ الإنجليزي هنري بسيمير (1813–98).

تحتاج عملية تحويل مسارات القطارات إلى محوّلات (يسميها الأوروبيون «نقاطاً»). تم إبتكار أول محوّل عام 1789 على يد المهندس الإنجليزي وليام جيسوب (1745–1814) الذي صممه أساساً لنظام ترام بدائي. ومع وقوع حوادث الاصطدام بين القطارات اخترع نظام إشارات لتنظيم حركة المرور. إتخذت أداة الإشارة شكل أقراص أو أذرع دوارة أو تلف حول محور، مثل إشارات الأنصوية *(المترجم:* الانصوبة أو الملوحة أداة لتنظيم حركة القطارات سواءً بالأعلام الإرشادية أو الإشارة الضوئية أو الحواجز). وفي عام 1849 استحدثت شركة نيويورك وإيري نظام إشارة التوقف (أو الحجز)، التي تمنع قطاراً من دخول جزء من سكة الحديد طالما كان هناك قطار آخر على السكة نفسها. وخلال فترة قصيرة ربطت إشارات التوقف عبر شبكة كهربائية.

▼ حملت قطارات شركة ليفربول ومانتشستر الناس والبضائع على حد سواء. تبين اللوحة التي يعود تاريخها إلى عام 1831 عربات تحمل خليطاً من البضائع (إلى اليمين) تجرها قاطرة ليفربول وكذلك عربة لنقل الماشية (إلى اليسار) خلف القاطرة فيوري.



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1815 يكتشف الفلكي الألماني هنريخ اولبيرس (1758-1840) مذنب أولبيرس ذا الزمن الدوري القصير نسبياً والبالغ 74.1 سنة.

1815 يضع الفلكي الألماني جوزف فون فرانهوفر (1787-1826) خارطة تفصيلية للطيف الشمسي الذي اكتشفه العالم الإنجليزي وليام ولاستون (1766-1828) لأول مرة عام 1802.



الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1814 ينشر الطبيب الأسباني المولد ماثيو أورفيلا (1787-1853) كتاب *علم السموم العام* في باريس وبذلك يؤسس علم السموم.

1815 يطرح الكيميائي الإنجليزي وليام براوت (1785-1850) نظرية تنص على أن الوزن الذري لأي عنصر يساوي مضاعفات صحيحة لوزن الهيدروجين - أي الوزن الذري لأي عنصر يساوي عدداً صحيحاً. تعرف النظرية بفرضية براوت ونعلم عدم صحتها في الوقت الحالي (نظراً لأن العديد من العناصر تتكون من خليط من نظائرها). (المترجم: السبب المقدم ليس هو السبب الوحيد في عدم صحتها).

1815 يكتشف الفيزيائي الفرنسي أوغستين - جين فيرنل (1788-1827) ظاهرة حيود الضوء عند مروره عبر شق صغير. كما يبرهن على أن الضوء يتكون من موجات مستعرضة - يهتز المجالان الكهربائي والمغناطيسي في اتجاه عمودي لاتجاه الأنتشار الموجي.

إلى جانب برهنته على الطبيعة الموجية للضوء، صمم فيرنل نظام عدسات المنارات لتحل محل المرايا. هذا المصباح الذي يعود إلى عام 1811 يحتوي على عدسات دائرية موضوعة على شكل أوتاد بحيث تركز الضوء الساقط عليها عند نقطة معينة.

الجيولوجيا GEOLOGY



تعتبر البيانات التي وثقها العلماء حول الأحافير، التي تعرف بالسجلات الأحفورية، المصدر الرئيس لمعلوماتنا حول تاريخ الحياة على كوكب الأرض.

1815 ينشر الجيولوجي الإنجليزي وليام سميث (1769-1839) خارطة جيولوجية لإنجلترا وويلز. يلاحظ سميث أن الطبقات الصخرية المختلفة (ستراتا) تحتوي أنواعاً مختلفة من الأحافير، وبذلك يضع نظرية (عام 1816) مفادها أن عمر الأحافير هو نفسه عمر الصخور المكتشفة فيها .

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1814 يدشن الجراح الإنجليزي جوزف كاربيو (1764-1846) الجراحات التجميلية بإجرائه عملية ترميم لأنف مريض.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1814 يبتكر الفيزيائي الألماني جوزف فون فرانهوفر (1787-1826) المطياف.

1815 يستحدث المهندس الإسكتلندي جون ماكادم (1756-1836) وسيلة لترصيف الطرق باستخدام الحجر المهشم (كِسرات الحجر).

1815 يخترع المهندس الفرنسي الأصل مارك برونل (1769-1849) درعاً لتكسية الأنفاق (وذلك لاستخدامه في تشييد أول نفق تحت نهر التايمز في لندن).

1815 يبتكر المهندس الإنجليزي صامويل كلغ (1781-1861) مقياس الغاز المائي (لقياس مستوى إستهلاك غاز الفحم).

1815 يستحدث الكيميائي الإنجليزي همفري ديفي (1778-1829) مصباح السلامة لعمال المناجم، كما يبتكر الجهاز نفسه، وبشكل مستقل، المهندس الإنجليزي جورج ستيفنسون (1781-1848).

1816 يبتكر الفيزيائي الإسكتلندي ديفيد بروستر (1781-1868) المشكال. (المترجم: أنبوب مرايا يحتوي خرزاً ملوناً وحصى، يدخل الضوء من طرف ويشاهد المراقب انعكاسه من الطرف الآخر).

1816 يسجل الموسيقي الألماني يوهان مالزل (1772-1838) براءة إختراع بندول الإيقاع، وهو ساعة بندول مقلوبة تساعد دقاتها طلبة الموسيقا على ضبط الإيقاع الموسيقي. ولدت الفكرة الأصلية سنتين قبل هذا التاريخ على يد الهولندي ديتريك وينكل (1776-1826).

1816 يبتكر المهندس الإسكتلندي روبرت ستيرلنغ (1790 - 1878) آلة إحتراق خارجية بأسطوانتين، وتستفيد الآلة من تمدد الغازات الحارة.

انظر أيضا الآلات الزراعية 5: 16–17؛ البراهين الأحفورية 5: 28–29؛ ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) 5: 32–33

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1815 يصمم الأكاديمي الإنجليزي بيتر روجت (1779-1869) المسطرة المنزلقة تحتوي على مقياسين لوغاريتميين، وبذلك تتيسر عمليات الضرب والقسمة بشكلٍ كبير.



باستخدام هذه المسطرة المنزلقة القديمة يمكن تحويل الأوزان والأطوال من نظام وحدات معين إلى نظام آخر.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1815 يكتشف العالم الفرنسي جين – بابتستي بايو (1774–1862) ظاهرة النشاط البصري – قدرة بعض المواد على دوران مستوى استقطاب الضوء عند مروره عبرها. تنتج الظاهرة عن التركيب الجزيئي للمادة.

1817 يكتشف الكيميائيان الفرنسيان بيير بليتيه (1788–1842) وجوزف كافنتو (1795–1877) مادة اليخضور أو الكلورفيل (الصبغيات الماصة للضوء في النباتات)، كما يكتشف بعد سنة الستريكنين شبه القلوي السام.

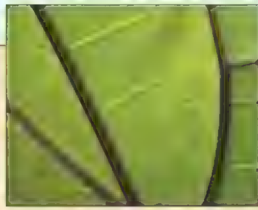
1817 اكتشاف عنصرين جديدين: عنصر الكادميوم الذي يكتشفة الكيميائي الألماني فريدريك ستونهايمر (1776–1835) وعنصر الليثيوم الذي يكتشفه الكيميائي السويدي يوهان آرفودسون (1792–1841). كما يكتشف الكيميائي السويدي يونز برزيليوس (1779–1848) عنصر السيلينيوم في السنة التالية.

1818 يكتشف الكيميائي الفرنسي لوي ثانـارد (1777–1853) فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2).

1819 يكتشف الكيميائي الفرنسي تشارلز ديزورميه (1777–1862) أن النسبة بين الحرارة النوعية للغازات عند ثبوت الحجم إلى الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط كمية ثابتة.

1819 يصوغ الكيميائيان الفرنسيان بيير دولونغ (1785–1838) وآلكسيس بيتيت (1791–1820) قانون دولونج وبيتيت: حاصل ضرب الكتلة الذرية النسبية (الوزن الذري) والحرارة النوعية لعنصر من مادة صلبة كمية ثابتة (تسمى هذه الكمية الحرارة الذرية وتساوي 25). يبرهن القانون على أهميته في حساب الأوزان الذرية.

1819 يكتشف الفلكي والمصور البريطاني جون هيرتشل (1792–1871) إمكانية استخدام هيبوسلفات الصوديوم لتثبيت الصور عند تحميضها. تسمى المادة هيبوسلفات الصودا، كما يعرف المثبت عامياً «الهيبو».



تتم عملية التمثيل الضوئي بواسطة الكلوروفيل وهي المادة الخضراء الموجودة في أوراق النباتات. يعتمد التفاعل على استخدام طاقة الشمس في تحويل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء والماء الذي تمتصه جذور النباتات إلى مركبات غذائية؛ من مثل السكر؛ يمكن للنبات استغلالها في عملية نموه. اكتشف الكيميائيون الفرنسيون الكلوروفيل عام 1817.

الجيولوجيا GEOLOGY

1815 يلقي إنفجار جبل تامبورا بجزيرة سومباوا في أندونيسيا بكميات من الرماد والغبار البركانيين بما يكفي لإحداث تغيرات مناخية مؤقتة على مستوى الكرة الأرضية.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1817 يستخدم الطبيب الفرنسي رينيه لاينك (1781–1826) السماعة الطبية (على شكل قمع من تصميمه) للاستماع إلى دقات نبض قلب المريض.

1817 يشرح الجراح الإنجليزي جيمس باركنسون (1755–1824) أعراض مرض الباركنسون. سمى المرض وقتها «مهيج الشلل» ويعرف اليوم بمرض باركنسون.

1818 يستحدث الكيميائي الفرنسي جين دوما (1800–84) استخدام اليود لعلاج مرض تورم الغدد الدرقية (الذي يسببه في الغالب نقص اليود).

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



اخترع الدراسن عام 1816 ويعتبر أول نموذج لوسائل النقل الفردي.

1816 يشيد المهندس الألماني كارل دراس فون ساوربرون (1785–1851) آلة نقل يسميها الدراسين – دراجة بدائية ذات عجلتين ومقود.

1817 يخترع المهندس الويلزي ريتشارد روبرتس (1789–1864) آلة تخطيط المعادن. (المترجم: آلة تستخدم في قطع وتثبيت وتنعيم سطوح المعادن).

1818 يبتكر المهندس الإنجليزي الألماني الأصل رودولف آكرمان (1764–1834) نظام تحكم آلي للعربات التي تجرها الجياد. مازال نظام آكرمان للتحكم في قيادة المركبات على الطرق سائداً.

1819 يصنع المخترع الألماني أوغستس سيب (1788–1872) حلة غوص كاملة بما في ذلك خوذة الغوص.

1819 يبتكر المهندسان الأمريكيان ستيفن ماكورمك (1784–1875) وجيرثو وود (1774–1834)، كلٌ على حدة، شفرات المحراث المسكوكة من الحديد الزهر.

1819 يخترع الفيزيائي الفرنسي جين – لويس – بويزويل (1799–1869) المانومتر الزئبقي (مقياس الضغط) لقياس ضغط الدم.

البراهين الأحفورية

EVIDENCE IN FOSSILS

الأحافير بقايا نباتات وحيوانات قضت منذ آماد بعيدة. وتتمثل غالبية الأحافير في الأجزاء الصلبة من تلك الكائنات – العظام والأسنان والأصداف – التي تحوّلت إلى صخور على مرّ السنين. كما أن بعضها يظهر على شكل آثار طبعات، مثل طبعات العروق النباتية على الفحم أو الصخور الرسوبية. بل يمكن لآثار الأقدام أن تشكل أحافير تاركة براهين على مكان سير الكائنات عبر منطقة طينية لينة منذ ملايين السنين.



▲ رسم كاريكاتوري يعود إلى القرن التاسع عشر ظهر في إحدى منشورات *فانتي فير* يصور عالم التشريح وصائد الأحافير الإنجليزي ريتشارد أوون. كان أوون من أوائل علماء الأحافير وعمل في تأسيس متحف التاريخ الطبيعي في لندن.



يعتقد أن أول من اقترح أن الأحافير ليست إلا بقايا كائنات حية هو الطبيب والشاعر الإيطالي جيرولامو فراكاستورو (حوالي 1478-1553)، وذلك عام 1517. لكن هذا الإقتراح لم يثر اهتمام أحد حينها، وبقي الأمر على حاله حتى نهايات القرن الثامن عشر مع اكتشاف الأحافير في أوروبا ليتيقن العلماء بعده بأن بإمكان الأحافير أن توفر لنا الكثير من المعلومات حول تاريخ الكائنات التي عاشت والصخور التي وجدت فيها الأحافير. ففي عام 1793 أعاد عالم الطبيعيات الفرنسي جين – بابتست لامارك (1744-1829) الحياة إلى الفكرة القائلة بأن الأحافير تمثل بقايا كائنات قديمة، وحينها بدأ العلماء بإعطاء الفكرة آذاناً صاغية. وبعد عامين اكتشف جورج كيوفي (1769-1832) أولى أحافير الديناصورات، على الرغم من أن مفردة «ديناصور»، المشتقة من اللغة الإغريقية وتعني «السحلية المرعبة»، لم تصك كمصطلح حتى عام 1842 على يد صائد الأحافير الإنجليزي ريتشارد أوون (1804- 92).

يميز البالينتولوجيون (علماء دراسة الأحافير) بين عدد من الطرق التي تتكون خلالها الأحافير. ومن متطلبات تكوّن الأحافير سرعة دفن الكائن بعد موته قبل أن تتحلل جثته أو تأكلها الحيوانات المفترسة. وأفضل موقع لتحقق هذا المطلب هو المناطق الطينية والرسوبية في قيعان البحيرات أو البحار. كما أن هذه المواقع هي مواقع تكوّن الصخور الرسوبية أيضاً. يمكن للبقايا المطمورة في الصخور الرسوبية أن تذوب في الماء تاركة وراءها قالباً كاملاً للكائن. ويمكن للأملاح المعدنية الترسب في القالب فيتشكل قالب آخر من مادة مختلفة تماماً عن مادة الرسوبيات. كما أنه يمكن لآثار الأقدام أن تحفظ بالطريقة نفسها. أما الحيوانات الكاملة فقلما نجدها محفوظة، مثل الحشرات المحبوسة في الكهرمان (أشجار راتنج متحجرة) والماموث في باطن أراضي الجليد السرمدي. علاوة على ذلك حفظت هياكل كاملة لبعض حيوانات ما قبل التاريخ في مدافن القطران في كاليفورنيا .

غالباً ما تشكل الصخور الرسوبية تضاريس التلال قرب الشواطئ. ومع عوامل التعرية الناتجة عن الأمواج والطقس تنحسر سطوح هذه التلال لتكشف عن الأحافير التي تحتويها. ويمكن مشاهدة هذه الأحافير منتصبة على التلال أو ملقية على الشواطئ تحتها. ففي عام 1811 إختارت تلميذة المدرسة الإنجليزية ماري أننغ (1799-1847) موقعاً كهذا لممارسة رياضة المشي. وعلى شواطئ دورست جنوبي إنجلترا وجدت بالصدفة هيكلاً عظمياً كاملاً لأكصور، زواحف سمكية وجدت في البحار قبل حوالي 150 مليون سنة خلال الحقبة الميزوزية (الوسطى). باعت المغامرة ذات الإثنا عشر ربيعاً الهيكل العظمي لمتحف محلي وأصبحت إحدى أشهر جامعي الأحافير على مستوى العالم .

تشكلت طبقات الصخور الرسوبية فوق بعضها البعض على مر ملايين السنين. وتعتبر الطبقات العليا الأحدث عمراً مقارنة بما تحتها، وذلك على افتراض عدم حدوث هزات أرضية عنيفة تخل بهذا الترتيب. في عام 1816 أشار الجيولوجي الإنجليزي وليام سميث (1769-1839) إلى إعتبار عمر الأحافير مساوياً لعمر الصخور المكتشفة فيها. ويعمل هذا المبدأ في الاتجاه الآخر أيضا: عمر الصخور التي تكتشف فيها الأحافير هو عمر الأحافير نفسه . وفرت هذه العلاقة طريقة جديدة للتأريخ. وبالطبع، لابد من التنوية إلى عدم قدرة هذا الاسلوب على تحديد العمر المطلق للأحافير

تواريخ مفصلية

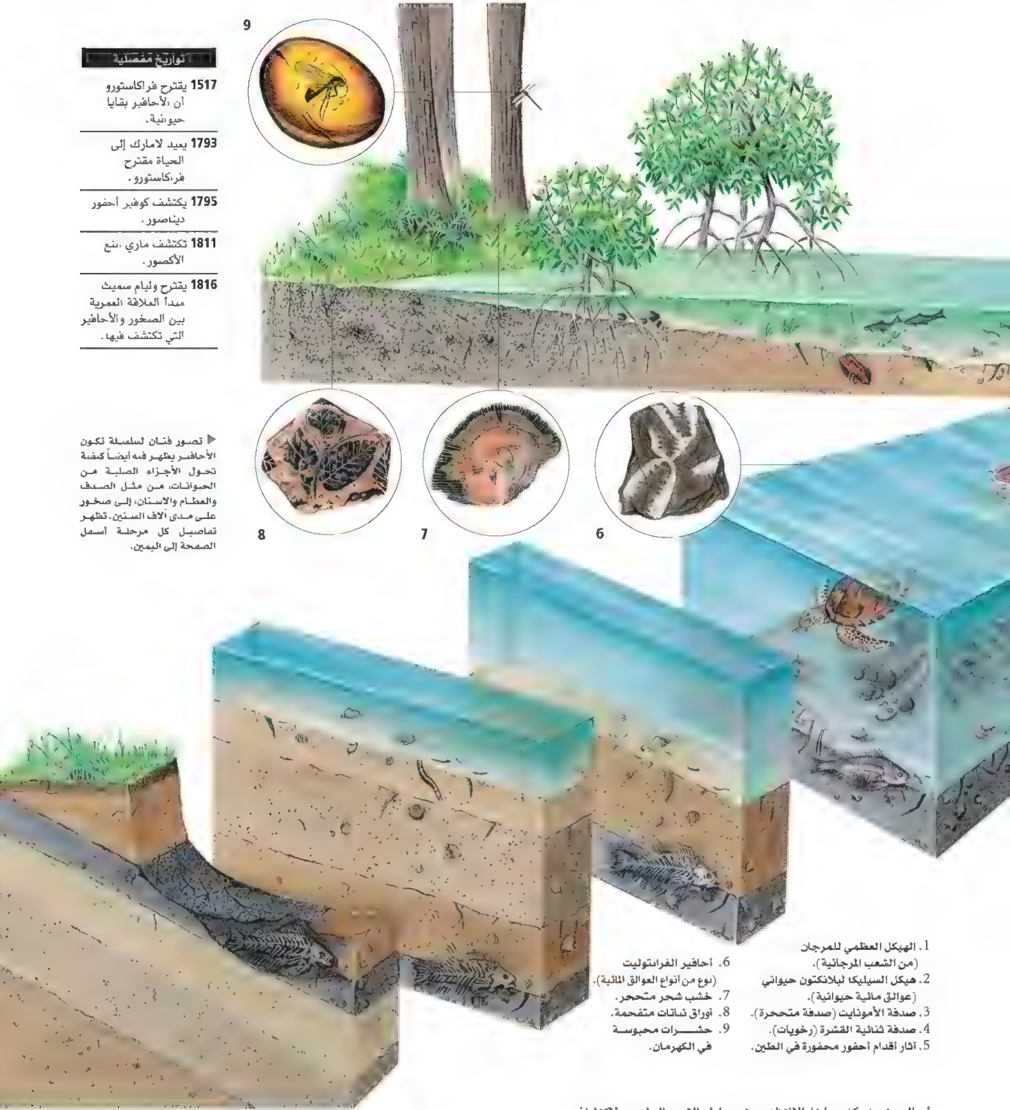
1517 يقترح فراكاستورو أن الأحافير بقايا حيوانية.

1793 يعيد لامارك إلى الحياة مقترح فراكاستورو.

1795 يكتشف كوفير أحفور ديناصور.

1811 تكتشف ماري ،ننع الأكصور.

1816 يقترح وليام سميث مبدأ العلاقة العمرية بين الصخور والأحافير التي تكتشف فيها.



◀ تصور فنان لسلسلة تكون الأحافير يظهر فيه أيضاً كيفية تحول الأجزاء الصلبة من الحيوانات، من مثل الصدف والعظام والأسنان، إلى صخور على مدى آلاف السنين. تظهر تفاصيل كل مرحلة أسفل الصفحة إلى اليمين.

1. الهيكل العظمي للمرجان (من الشعب المرجانية).
2. هيكل السيليكا لبلانكتون حيواني (عوالق مائية حيوانية).
3. صدفة الأمونايت (صدفة متحجرة).
4. صدفة ثنائية القشرة (رخويات).
5. آثار أقدام أحفور محفورة في الطين.
6. أحافير الغرانتوليت (نوع من أنواع العوالق المائية).
7. خشب شجر متحجر.
8. أوراق نباتات متفحمة.
9. حشرات محبوسة في الكهرمان.

أو الصخور؛ وكان علينا الانتظار حتى حلول القرن العشرين لاكتشاف تكنولوجيا تحديد العمر المطلق للأحافير أو الصخور باستخدام ظاهرة الإشعاع النووي التلقائي (الانحلال النووي)، مثلا.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH



1820 تأسيس الجمعية الفلكية الملكية في لندن على يد الفلكي الإنجليزي جون هيرتشل (1792– 1871) وعالم الرياضيات الإنجليزي تشارلز بابج (1792– 1871) وآخرين.

1821 يرصد الفلكي الفرنسي الكسس بوفارد (1767– 1843) عدم انتظام مدار كوكب أورانوس. يضع بوفارد فرضية وجود أجرام سماوية قريبة تسبب ذلك ويكتشف الجرم بعد سنوات ويسمى نبتون.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1820 يكتشف الفيزيائي الدنماركي هانز أورستد (1777 – 1851) الظاهرة الكهرومغناطيسية من خلال ملاحظته ميلان إبرة مغناطيسية بوجود مجال مغناطيسي ناتج عن سريان تيارٍ كهربائي في سلكٍ موضوعٍ بقربها.

خلال تدريسه مجموعة من طلابه عام 1820 لفت انتباه أورستد ارتعاش ابرة مغناطيسية موضوعة على الطاولة. كانت هذه الملاحظة كافيه لبرهنة نظريته حول العلاقة بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي.

1820 يكتشف الكيميائيان الفرنسيان جوزف كافنتو (1795 – 1877) و بيير بليتييه (1788 – 1842) مادة الكينين شبه القلوية والتي تستخدم لاحقاً في علاج مرض الملاريا. كما يكتشفان بعد سنتين مادة الكافين (في القهوة).

1822 يصوغ الفيزيائي الفرنسي أندريه أمبير (1775– 1836) قوانين الكهروديناميكا (الكهرباء المتحركة) التي تعنى بظاهرتي الكهرباء والمغناطيسية.

الجيولوجيا GEOLOGY

1821 تكتشف جامعة الأحافير الإنجليزية ماري آننج (1799– 1847) أول هيكل عظمي كامل معروف للبنصور.

1822 يستحدث عالم التعدين الألماني فريدريك موهز (1773– 1839) مقياساً لتحديد درجة صلابة المعادن ذا درجات عشر، يضع درجة 1 للتلك (الألين) ودرجة 10 للألماس (الأصلب).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1821 يضع عالم النبات السويدي إلياس فرايز (1794– 1878) تصنيفاً منهجياً للفطريات يُنشر في كتاب بعنوان *نظام المايكرولوجي*، ويستغرق في إعداده 11 عاماً.

1822 يميز عالم الطبيعيات الفرنسي جين بابتيست **لامارك** (1744–1829) بين الفقاريات (الحيوانات العظمية) واللافقاريات.

1823 يكتشف الكيميائي والطبيب الإنجليزي وليام براوت (1785– 1850) وجود حمض الهيدروكلوريك الحر في المعدة. وبعد أربع سنوات يضع تصنيفاً للأطعمة: الدهون والكربوهديرات (النشويات) والبروتينات .

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

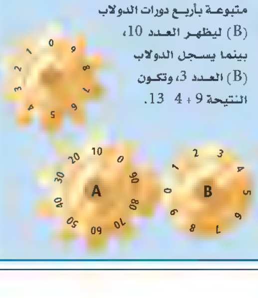
1821 يشيد المهندس الأمريكي زكريا ألن (1795– 1882) أول وحدة مركزية للمياه الساخنة.

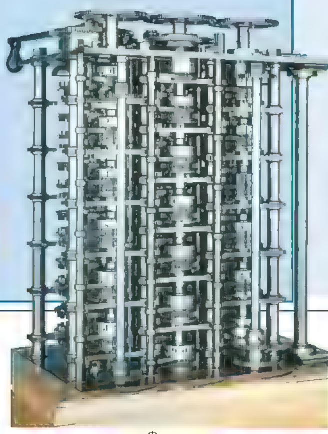
1821 يبتكر الفيزيائي الألماني كارل جاوس (1777– 1855) المبرقة الشمسية (الهيلوغراف) التي تسخدم مرايا قابلة للحركة لعكس أشعة الشمس وإرسالها عبر مسافة ما كرسالة.

1822 يخترع عالم الرياضيات الإنجليزي تشارلز بابج (1792– 1871) آلة يسميها «آلة الطرح أو آلة التفاضل»، وهي نوع من الآلات المستخدمة في جمع الأعداد (آلة حاسبة). كما يصمم في عام 1833 آلة حاسبة مطورة يسميها «الآلة التحليلية».

1822 يسجل المهندس الأمريكي وليام تشيرتش (حوالي 1778–1863) في إنجلترا اختراع آلة تنضيد حروف الطباعة.

تعتبر « آلة الطرح» التي شيدها تشارلز بابج عام 1822 نوعاً من آلات الحساب الميكانيكية. كانت مفردتا «آلة» و«الجهاز » تحملان المعنى نفسه آيامها. بيد أن «آلة الطرح» لم تكن آلة حساب فحسب تساعد في عمليات الجمع والطرح ، بل كان بالإمكان استخدامها لحساب جداول رقمية بالإستعانه باللوغارتيمات. اتبع بابج ابتكاره بآلة جديدة «الآلة التحليلية » يمكن برمجتها باستخدام البطاقات المثقوبة. عرض بابج جزءاً من اختراعه عام 1862، لكنه لم يتمكن من بناء الجهاز كاملاً بسبب سحب الحكومة تمويل المشروع. استخدم بابج في آلته تروساً مسننة لصف الأرقام عمودياً. يحتوي المثال البسيط المبين أدناه على عشرة أسنان مرقمة من العدد 0 إلى 9. بإدارة الدولاب سنين يظهر الرقم 2 ، وبادارته خمسة أسنان أخرى للعدد 5 يظهر الرقم 7. وبذلك قامت الآلة بجمع العددين 2 + 5 =7 وللتعامل مع الأعداد الأكبر نحتاج دولابين، أحدهما (B) تدون على أسنانه الأعداد من 0 إلى 90 بعشر وحدات للرقم الواحد، والدولاب الآخر (A) بسن واحد وتدون عليه بانتظام الاعداد من 0 - 9. عند دوران الدولاب (A) دورة كاملة يفطى الدولاب (B) عُشر دورة فقط. مثالاً على ذلك يؤدي إدارة الدولاب (A) تسعة مواضع متبوعة بأربع دورات الدولاب (B) ليظهر العدد 10، بينما يسجل الدولاب (B) العدد 3، وتكون النتيجة 9 + 4 13.





انظر ايضا بدايات السكك الحديدية 5: 24-25؛ البراهين الأحفورية 5: 28-29؛ مايكل فارادي 5: 36-37؛ الحواسيب الأولى 8: 44-45

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1822 يضع عالم الرياضيات الفرنسي جوزف فورييه (1768- 1830) نظرية تحليل فورييه، وهي طريقة لصياغة الدوال المتصلة بدلالة الدوال الجيبية (الجيب وجيب التمام).

1824 ينشر الفلكي الألماني فريدريك بسيل (1784- 1846) كتابه المتضمن دراسة اضطرابات أفلاك الكواكب، كما يطرح فيه دوال بسيل (المقترحة في الأصل عام 1817). دوال بسيل سلسلة لامتناهية تفيد في حل المعادلات التفاضلية في علمي الفلك والفيزياء.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1822 يستحدث الكيميائي الفرنسي أنسليم بين (1795- 1871) استخدام الفحم المستخرج من العظام لإزالة الشوائب الملونة العالقة بسكر البنجر.

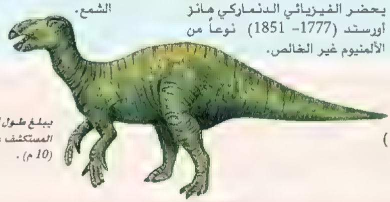
1824 يطرح الفيزيائي الفرنسي نيكولاس كارنو (1796- 1832) مبدأ كارنو الذي يضع حداً طبيعياً على كفاءة الآلات الحرارية. يعتبر مبدأ كارنو أول إسهام في تدشين علم الديناميكا الحرارية.

1824 يكتشف الفيزيائي الفرنسي دومينيك أراغو (1786- 1853) ظاهرة التحريض المغناطيسي - توليد المجال الكهربائي نتيجة التغير في المجال المغناطيسي.

1824 يكتشف الكيميائي السويدي **يونز برزيليوس** (1779- 1848) عنصر السيليكون، وبعد سنة من هذا التاريخ يحضر الفيزيائي الدنماركي هانز أورستد (1777- 1851) نوعاً من الألمنيوم غير الخالص.

1825 يكتشف الكيميائي والفيزيائي الإنجليزي *مايكل فارادي* (1791-1867) البنزين وعدداً من مركباته.

1825 يكتشف الكيميائي الفرنسي ميشيل شيفرويل (1786-1889) حمض الستاريك (حمض الشمع) الذي يستخدم بعد مدة قصيرة في تصنيع الشمع.



يبلغ طول أحفور الأغوانودون المستكشف عام 1822، 33 قدماً (10 م).

الجيولوجيا GEOLOGY

1822 تكتشف الإنجليزية ماري أن مانتل أسناناً متحجرة يتبين لاحقا أنها أسنان ديناصور، يطلق زوجها عالم الأحافير جدوين مانتل (1790- 1852) مسمى الإغوانون على الحيوان.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1823 تدشين نشر الدورية الطبية *لانست* في لندن.

1825 يكتشف عالم النبات الإسكتلندي ديفيد دوغلاس (1798-1834) تنوب دوغلاس (نوع من الأشجار) في أمريكا الشمالية.

1825 يضع عالم الطبيعيات الفرنسي جورج كيوفي (1769-1832) نظريته المعروفة بالنظرية الكارثية في الانقراض: تتقرض الكائنات لأسباب ترجع إلى حدوث كوارث طبيعية مفاجئة على العالم من مثل الانزلاقات الأرضية والطوفان ويؤدي ذلك أيضاً إلى ظهور أنواع جديدة من الكائنات بشكل فجائي. وتماشياً مع المعتقدات الدينية السائدة حينئذ أرجع كيوفي غالبية التغيرات القريبة زمنياً إلى عهد الطوفان الكبير (طوفان نوح عليه السلام).

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1823 يسجل الكيميائي الإسكتلندي تشارلز ماكنتوش (1766- 1843) براءة اختراع نسيج مانع للماء مصنع بتشريب الأقمشة بمادة مطاطية.

1824 يسجل البناء الإنجليزي جوزف اسبدن (1778- 1855) براءة اختراع إسمنت بورتلاند بخلط الجير الحجري والطين أو الزيت الحجري.

1825 يصنع الفيزيائي الإنجليزي وليام سترجوين (1783- 1850) أول مغناطيس كهربائي.

1825 يبتكر المهندس الإسكتلندي توماس درموند (1797- 1840) مصباح الإضاءة الكلسي (يعرف أيضاً بمصباح درموند)، وفيه تتم الإضاءة بتسخين قطعة من الكلس إلى درجة التوهج باستخدام لهب زيت أو غاز.

1825 تدشين قطارات شركة ستوكتون ودارلنغتون في شمال إنجلترا، وهي أول قطارات ركاب تسير وفق جدول منتظم. يدير الشركة المهندسان **جورج ستيفنسون** (1781- 1848) وروبرت ستيفنسون (1803- 1859) .



تجمهر الناس عام 1825 لمشاهدة جورج ستيفنسون يقود القطار أثناء تدشين شركة ستوكتون ودارلنغتون لقطاراتها. اضطر الركاب يوم الإفتتاح ركوب عربات نقل الفحم المكشوفة.

ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي)

THE BIRTH OF PHOTOGRAPHY

تتمثل المتطلبات الرئيسة للتصوير الضوئي (الفوتوغرافي) في وجود آلة التصوير (الكاميرا) والفيلم (رغم أن بدايات القرن الحادي والعشرين شهد احتلال التكنولوجيا الرقمية محل الأفلام). ظهرت الكاميرا قبل ابتكار الأفلام بحوالي ألف عام والتي كان عليها الانتظار لحين اكتشاف كيميائيات حساسة للضوء يمكنها «اصطياد» الصورة التي تكونها الكاميرا.



▲ التقط رائد التصوير الضوئي جوزف نيبس هذه الصورة الخشنة (الحبيبية) من نافذة غرفة نومه في البيت عام 1826. الصورة هي أول صورة تلتقط في العالم واستغرقت فترة تعريض الفيلم للضوء ثماني ساعات.

يعود أصل آلة التصوير إلى الغرفة المعتمة، وهي غرفة تخلو من النوافذ وتحتوي ثقباً صغيراً على إحدى جدرانها. يكون الضوء المار عبر الثقب صورة مقلوبة للمنظر خارج الغرفة تسقط على الحائط المقابل. وقد استخدم الرسامون الغرفة لمساعدتهم على تخطيط الصور، وأصبحت الغرفة المعتمة فيما بعد على شكل صندوق خفيف يمكن حمله. وحلت العدسات محل الثقب في هذا النموذج.

اكتشف الطبيب الألماني يوهان شولز (1684– 1744) عام 1725 أن بعض أنواع أملاح الفضة تصبح داكنة عند تعرضها لضوء النهار. وبعد حوالي خمسين سنة وجد الكيميائي السويدي كارل تشيل (1742– 86) أن ظاهرة التعتيم تعود إلى وجود حبيبات من الفضة المعدنية. وعلى أثر ذلك أصبحت أملاح الفضة مكوناً معيارياً في تحضير مستحلبات التصوير الضوئي (طبقات الطلاء الحساسة للضوء) لتكسية الأفلام والورق بل حتى الجلود – كما حاول ذلك الإنجليزي توماس وجوود (1771– 1805) في نهايات القرن الثامن عشر. وقبل أن تحظى طريقة معالجة تشيل للأفلام قبولاً عاماً جرب آخرون وسائل عدة أخرى.

ففي فرنسا جرب جوزف نيبس (1765 – 1833) مع بدايات عام 1816 إظهار الصور باستخدام فضة سريعة الزوال. تمثلت أولى نجاحات نيبس باستخدامه عام 1826 لوحاً مصقولاً من البيوتر (إشابة معدنية قوامها القصدير) مغطى بطبقة من القار باعتباره مادة حساسة للضوء. وخلال فترة طويلة لتعريض البيوتر للضوء تحول لون القار إلى الأبيض. قام نيبس بعدها بإزالة القار عن المناطق غير المعرضة للضوء مستخدماً نوعا من المذيبات ومن ثم قام بتعتيم اللوحة بتعريضها لبخار اليود.

احتل اليود مكانة بارزة في عمليات تظهير الصور الضوئية وبلغت العملية حد الكمال على يد الفرنسي لوي داغيير (1787– 1851) عام 1839. قام داغيير بتكسية صفائح من النحاس بالفضة وعرضها لفترة (في الظلام) إلى بخار اليود، فأصبحت الصفائح حساسة للضوء بسبب يوديد الفضة المتكون عليها. أسقط داغيير الصور على الصفائح باستخدام كاميرا ومن ثم تم تظهيرها في بخار الزئبق. وأخيراً قام داغيير «بتثبيتها» نهائياً في محلول من ملح الطعام. كونت الصور الداغييرية، كما سُميت، صورة مرآة للأصل ولم يكن بالإمكان نسخ عدد آخر منها.

في عام 1841 سجلّ الكيميائي الإنجليزي وليام فوكس تالبوت (1800–77) براءة اختراع طريقة جديدة لمعالجة الصور، المعالجة الكالوية أو التالبوتية، والتي صممها قبل هذا التاريخ بست سنوات. استخدم تالبوت لأفلامه ورقاً مشبعاً بنترات الفضة وملح الطعام أو يوديد البوتاسيوم. بعد تعريض الفيلم للضوء الساقط على فتحة الكاميرا يتم تحميضه في سائل حمض الغاليك ومن ثم تثبت الصورة باستخدام سائل هيبوسلفات الصوديوم، الذي يعرف إختصاراً الهيبو. نتيجة لهذه العملية تظهر الصورة السالبة (التي يُعكس فيها اللونان الأبيض والأسود). وللحصول على الصورة الموجبة يتم وضع النسخة السالبة على ورق حساس للضوء فتطبع الصورة عليها. ويمكن تكرار عملية إظهار الصورة الموجبة مرات عدة للحصول على نسخ من الصورة الأصلية التي التقطتها الكاميرا.

تواريخ مفصلية

1725	اكتشاف حساسية أملاح الفضة للضوء.
1826	التقاط نيبس أول صورة ضوئية.
1839	التصوير الداغييري.
1841	التصوير الكالوي (أو التالبوتي).
1851	عملية التحميض الغرائي الرطب.
1871	ألواح الجيلاتين الجافة.
1888	ظهور أولى آلات الكودك.



يتطلب التقاط الصور ◀ بالطريقة الداغيرية مجموعة معقدة من الأجهزة وكذلك معرفة في مجال الكيمياء توازي المعرفة اللازمة في التصوير الضوئي. استخدم السلك الحلقي المبين خلف المقعد لإبقاء رأس الشخص المراد تصويره ثابتاً خلال المدة الطويلة اللازمة لتعريض الفلم للضوء.



▲ أسس وليام فوكس تالبوت عام 1843 «مصنعاً» احترافياً للتصوير الضوئي في مدينة ردينغ بإنجلترا. احتوى البيت الزجاجي المبين على غرفة تصوير (أستديو) على الرغم من وجود إضاءة أكبر في الخارج بشكل عام.

خلال فترة قصيرة دخل فوكس تالبوت عالم التجارة ليصبح من أوائل الممتهنين للتصوير في العالم. افتتح تالبوت بالإشتراك مع نيكولاس هنيمان محل تصوير (أستديو) في مدينة ردينغ، جنوبي إنجلترا. وأصبح المحل في الفترة مابين عام 1843 وعام 1847 قبلة «عِلية القوم والطيبين» لأخذ صور لهم. بقيت الصور المطبوعة خشنة الملمس بسبب بنية ورق الطِّباعة. قام الفرنسي لوي - ديزيريه بلانكار - إيفراد (1802-72) بتحسين ورق الطباعة عام 1850 وذلك بتكسيته بطبقة من زلال البيض، لكن فوكس تالبوت إتهمه «بالقرصنة العلمية» وسرقة إبتكاراته.

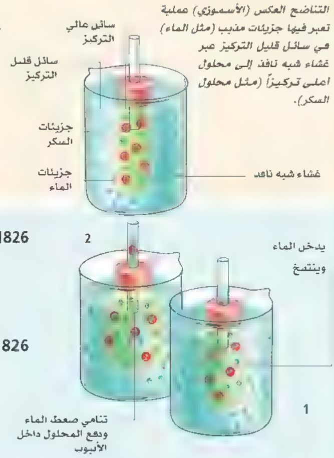
مع تزايد شعبية التصوير الكالوي الذي دشنه فوكس تالبوت تملكت اللندني فريدريك آرتشر (1813 - 57) فكرة تصنيع مستحلب حساس للضوء بمزج أملاح الفضة مع سائل غِرائي (سائل يتكون من القطن المتفجر المذاب في كحول إثيري) وطلي لوح زجاجي بالمستحلب. تصدرت عملية التحميض الرطبة باستخدام المستحلب الجديد المبتكر عام 1851 عالم التصوير الضوئي حتى ظهور طريقة استخدام الألواح الجافة في نهايات العام 1870. اعتمدت طريقة الألواح الجافة، التي ابتكرها الطبيب البريطاني ريتشارد مادوكس (1816-1902)، على استخدام مستحلب الجيلاتين. كما استخدم الأمريكي جورج إيستمان (1854-1932) مستحلب الجيلاتين لإظهار الصور التي التقطها باستخدام أولى آلات تصويره المعروفة بآلات كوداك عام 1888. وتم طبع الصور في البداية على أفلام ورقية وبعد سنة على شفافيات مصنوعة من السليلويد. ومع ظهور كاميرات كوداك حل عصر الإنتاج التجاري في عالم التصوير الضوئي.

الغرفة المعتمة

في آلة التصوير المعروفة بالغرفة المعتمة المحمولة، تركز العدسة الضوء المنعكس من على سطح جسم بعيد على مرآة. تقوم المرآة الموضوعة بزاوية 45° بعكس الصورة إلى الأعلى لإسقاطها على شاشة زجاجية. وبذلك يمكن للرسام رسم معالم الصورة بدقة كاملة. ويعتقد أن الرسام الإيطالي كاناليتو (1697 1768) استخدم هذه الطريقة لرسم تفاصيل صور المدن. استمر الرسامون باستخدام الغرفة المعتمة حتى حلت كاميرات التصوير الضوئي محلها بعد النصف الأول من القرن التاسع عشر.



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH



التناضح العكس (الأسموزي) عملية تعبر فيها جزيئات مذيب (مثل الماء) من سائل قليل التركيز عبر غشاء شبه نافذ إلى محلول أعلى تركيزاً (مثل محلول السكر).

1826 يقدم الفلكي الألماني هتريخ أولبيرس (1758-1840) مفارقته المعروفة بمفارقة أولبيرس: لماذا تكون السماء معتمة في الليل (مع علمنا أن الكون مملوء بالنجوم)؟ ومن بين الأجوبة أن عمر الكون 15 بليون سنة، ولذلك لم تصل الأرض الأضواء المنبعثة من النجوم البعيدة حتى الآن.

1826 يطوّر عالم الرياضيات الروسي نيكولاي لوباتشفسكي (1793-1856) الهندسة اللاإقليدية، التي لا تتبع فرضيات عالم الرياضيات الإغريقي إقليدس. كما يضع النموذج نفسه وبشكلٍ مستقل عالم الرياضيات الهنغاري يانوس بولياي (1802– 60) وذلك عام 1831.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1826 يقوم عالم الرياضيات الفرنسي السويسري الأصل جاك ستورم (1803–55) بقياس سرعة الصوت في الماء ويجدها أكبر كثيراً من سرعته في الهواء.

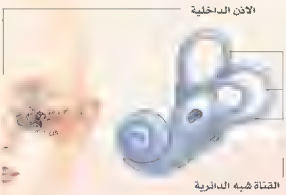
1826 يشرح عالم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) الفرنسي رينيه دوتروتشيه (1776-1847) ظاهرة الانتشار الأسموزي، والذي تنتقل فيه جزيئات المادة المذابة عبر غشاء شبه نفاذ يفصل بين سائلين بتركيزين مختلفين.

1826 يكتشف الكيميائي الفرنسي أنتوني بالارد (1802 – 76) البرومين (في مياه البحر) .

1827 ينشر الفيزيائي الألماني جورج أوم (1789–1854) نتائجة المعروفة بقانون أوم، الذي ينص على التناسب الطردي بين فرق الجهد الكهربائي بين طرفي موصل وشدة التيار الكهربائي المار فيه، بعرف ثابت التناسب بالمقاومة الكهربائية.

الجيولوجيا GEOLOGY

1827 يضع عالم الرياضيات الفرنسي جوزف فوربيه (1768–1830) فرضية مفادها تأثر المناخ العالمي بالنشاطات البشرية – وقد اكتسبت هذه النظرية زخماً كبيراً خلال السنوات القليلة الماضية.



تقع القناة شبه الدائرية التي تتحكم في الاتزان في جوف الأذن قرب الأذن الداخلة وتتكون من ثلاثة أنابيب صغيرة مملوءة بالسوائل .

1830 يبدأ الجيولوجي الإسكتلندي تشارلز لايل (1797–1875) نشر كتاب هو أكثر مؤلفاته تأثيراً على حقل الجيولوجيا، *مبادئ الجيولوجيا* .

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1827 يميز عالم النبات الإسكتلندي روبرت براون (1773–1858) بين النباتات مغلفة البذور– التي تكون بذورها مغلفة – والنباتات عارية البذور التي تكون بذرها في الغالب على شكل مخروطي.

1827 ينشر عالم الطيور والرسام الأمريكي جون جيمس أودوبون (1785–1851) الجزء الأول من مؤلفه *طيور أمريكا* .

1828 يشرح عالم الفسيولوجيا الفرنسي بيير فلورنس (1794–1867) آلية تحكم القناة نصف الدائرية في الأذن الداخلية في الإحساس بالتوازن.

1828 يؤسس عالم الطبيعيات الأستوني كارل فون باير (1792–1876) علم الأجنة.

1829 يجد عالم التشريح الألماني مارتن راثك (1793-1860) أدلة على وجود تراكيب خيشومية في أجنة الطيور والحيوانات الثديية.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1826 يلتقط الكيميائي الفرنسي جوزف نيبس (1765–1833) أول صورة ضوئية، فوتوغرافية، (على لوح معدني).

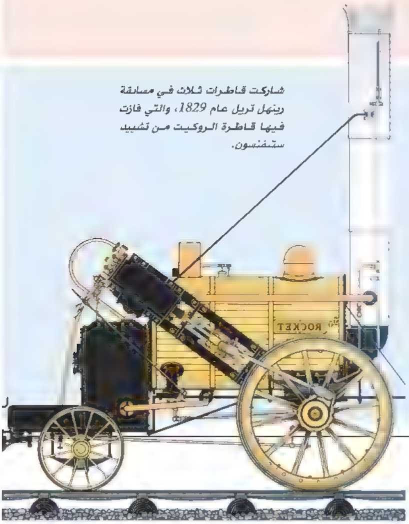
1827 يبدأ المهندسان الفرنسيان كلاود بوردن (1790–1873) وبينوت فورنيرون (1802–67) العمل في تصميم عنفة (توربين) عملية تعمل بدفع الماء إلى الخارج. يكتمل تشييد العنفة عام 1833.

1827 يبتكر الكيميائي الإنجليزي جون وولكر (حوالي 1781– 1859) عود الثقاب الذي يشتعل بالاحتكاك.

1828 يستحدث المهندس الإسكتلندي جيمس نيلسون (1792– 1865) طريقة لصهر الحديد باستخدام الهواء الساخن.

1829 تفوز القاطرة روكت (الصاروخ) من تشييد المهندس الإنجليزي جورج ستيفنسون (1781-1848) في مسابقة رينهل تريل، وهي المسابقة التي أقيمت لاختيار قاطرة لشركة ليفربول ومانتشستر للسكك الحديدية، وافتتح الخط بعد سنة من هذا التاريخ.

شاركت قاطرات ثلاث في مسابقة رينهل تريل عام 1829، والتي فازت فيها قاطرة الروكيت من تشييد ستفنسون.



انظر أيضا الآلة البخارية **4**: 44-45؛ بدايات السكك الحديدية **5**: 24-25؛ ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) **5**: 32-33

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1826 يكتشف الجندي وهاوي الفلك النمساوي فلهام فون بيلا (1782– 1856) مذنب بيلا (رصد المذنب قبل هذا التاريخ في العام 1772 وكذلك في العام 1805). يبلغ الزمن الدوري للمذنب في مداره 6.6 سنة، لكنه تناثر عام 1852 إلى أجزاء ولم يمكن رصده منذ ذلك الحين.

1827 يستحدث الفيزيائي الألماني كارل جاوس (1777–1855) علم الهندسة التفاضلية.

1830 يضمن عالم الرياضيات الإنجليزي جورج بيكوك (1791–1858) مؤلفه *كتاب الجبر* قوانين الأعداد لأول مرة.

1830 تنشر الكاتبة الإسكتلندية ماري سمرفل (1780–1872) كتاب *آلية الأجرام السماوية*، وهو كتاب في الثقافة العلمية العامة مبني على كتاب *ميكانيكا الأجرام السماوية* لمؤلفه الفرنسي بيير – سيمون دي لابلاس (1749–1827).

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1827 يكتشف عالم الأرصاد الروسي غوتفرايد أوسان (1797–1866) نوعاً من الروثينيوم الشائب. ويبرهن الكيميائي الروسي كارل كلاوس (1796–1864) وجوده عام 1844

1827 يكتشف عالم النبات الإسكتلندي روبرت براون (1773–1858) الحركة البراونية، وهي الحركة العشوائية المستمرة للجسيمات المجهرية العالقة في سائل.

1828 يحلل الكيميائي الألماني فريدريك فوهلر (1800–82) اليوريا (مركب عضوي) وذلك بتسخين ساينيك الأمونيوم المتماثل (مركب غير عضوي). يبرهن التحليل على أن وجود المركبات العضوية لا يقتصر على الكائنات الحية، وبذلك يعيد الكيميائيون نظرتهم حول المفاهيم الرئيسة ذات الصلة.

1828 يكتشف الكيميائي السويدي يونز برازيليوس (1779–1848) عنصر الثوريوم.

1829 يصوغ الكيميائي الإسكتلندي توماس غراهام (1805–69) قانون غراهام الذي ينص على أن معدل انتشار غاز ما يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكثافته. يجد القانون لاحقاً العديد من التطبيقات من أهمها طريقة فصل نظائر اليورانيوم.

الجيولوجيا GEOLOGY

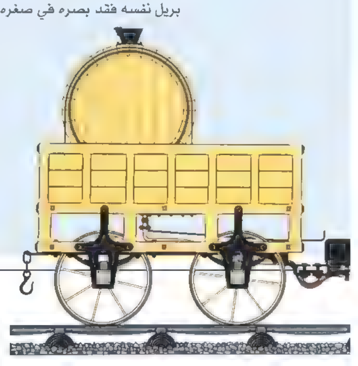
العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

رسم جون جيمس أودوبون هذه اللوحة عام 1827 والتي تظهر صقرين من الصقور ذوات الأرجل الكبيرة تنهشان جثة طير نافق. كانت اللوحة ضمن لوحات مؤلفه *طيور أمريكا*، الذي نشر في 87 جزءاً وبيع على شكل اشتراكات ما بين عامي 1827 و 1838 في لندن (نظراً لعدم رغبة دور النشر في الولايات المتحدة بنشره). لكن أودوبون وجد عام 1839 ناشراً واحداً في الولايات المتحدة قبل نشر الكتاب بكامله في مجلد واحد. كما نشر أودوبون ما بين عامي 1845 و 1848 كتاباً آخر من الرسومات بعنوان *الحيوانات الولودة ذوات الأربع*. ومثلما كان الأمر مع كتابه طيور أمريكا احتوى الكتاب رسومات من واقع الحياة.



الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1829 يبتكر المدرس الفرنسي لوي بريل (1809– 52) أحرف الكتابة بطريقة بريل لتمكين فاقدي البصر من القراءة باستخدامهم حاسة اللمس، علماً بأن بريل نفسه فقد بصره في صغره.



1830 يسجل المهندس الفرنسي بارثليمي ثيمونييه (1793– 1857) براءة اختراع آلة خياطة ذات خيط واحد.

1830 يخترع الكيميائي الإسكتلندي أندرو أوور (1778– 1857) الثيرموستات (مقياس درجة الحرارة) مزدوج المعدن.

1830 يشيد المهندس الأمريكي بيتر كوبر (1791– 1883) قاطرة توم ثمب وهي أول قاطرة تصنع في الولايات المتحدة.



تعتبر آلة الخياطة التي تعمل بدواسات القدم (الركابات) أولى آلات الحياكة وهي من اختراع ثيمونييه عام 1830.

MICHAEL FARADAY (1867 - 1791) مايكل فارادي

كان فارادي فيزيائياً وكيميائياً في آن واحد، ويعتبر أحد أعظم العلماء التجريبيين على مر العصور. اكتشف عدداً من الظاهرات الأساسية في الكهرباء والمغناطيسية وكان من أوائل من استخدموا الكهرباء في دراسة الكيمياء. وبذلك استحدث علمي الكهرومغناطيسية والكيمياء الكهربائية.



▲ تبين الصورة مايكل فارادي في دوره ككيميائي. من أهم اكتشافات فارادي البنزين، والذي يعتبر أولى الهيدروكربونات العطرية المكتشفة، كما أنه يمثل أساس استحداث مجال الكيمياء العضوية.

ولد مايكل فرادي لأب يعمل حداداً في نيوونغتون بتس في ضواحي لندن. ترك المدرسة وهو في 13 من العمر وعمل مساعداً لوراق. ألهمته قراءته لبعض الكتب شغفاً بالعلوم. كما أنه قام خلال هذه الفترة بإجراء بعض التجارب. في عام 1813 أصبح مساعدا للكيميائي الإنجليزي همفري ديفي (1778– 1829) في المعهد الملكي، ومن ضمن المهام التي أوكلت إليه إعداد التجارب التي كان يجربها ديفي في محاضراته. كان راتبه في عمله الجديد أقل مما كان يجنيه في محل الوراق. خلال رحلات فارادي في أوروبا مع ديفي التقى العديد من العلماء المرموقين، وفي عام 1827 إحتل منصب ديفي كمحاضر في الكلية الملكية. كما تقلد عام 1833 منصب الأستاذية في الكيمياء في المعهد.

في سجل فارادي عدد من الإكتشافات في الكيمياء. ففي عام 1823 توصل إلى تسييل غاز الكلور بتسخينه في أنبوب مغلق. ولم يسبقه في مجال تسييل الغازات إلا إثنان هما العالم الفرنسي غاسبراد مونج (1746– 1818) الذي تمكن من إسالة غاز ثاني أكسيد الكبريت عام 1784 والهولندي مارتينوس فان ماروم (1750 – 1837) الذي أسال غاز النشادر (الأمونيا) عام 1787. اكتشف فارادي عام 1825 البنزين، واسماه «بيكروبونات الهيدروجين» لاعتقاده أن صيغته الكيميائية هي C_2H (وليس C_6H_6). تحول فارادي عام 1834 لدراسة التحليل الكهربائي، وهي عملية تتم فيها التحولات الكيميائية بإمرار تيار كهربائي بين قطبين موضوعين في سائل (إلكتروليت). ونتيجة لذلك ينتج غاز عند أحد القطبين أو يترسب معدن على القطب السالب (المهبط أو الكاثود). وبناء على نتائج تجاربه في هذا المجال صاغ فارادي قانونيه في التحليل الكهربائي. ينص القانونان على أن: 1. تتناسب كمية التغيرات الكيميائية طردياً مع كمية الكهرباء، 2. تتناسب كمية التغير الكيميائي (عند ثبات كمية الكهرباء) في المواد المختلفة مع الوزن المكافيء لهذه المواد.

في مجال الفيزياء صنع فارادي أول مولد كهربائي عام 1821. تمثلت تجربته بتعليق سلك قاس يتصل طرفه الآخر بكمية من الزئبق ووضع مغناطيسياً في حوض الزئبق إلى جانب السلك. عند توصيل الزئبق بقطب من قطبي بطارية وتوصيل الطرف المعلق (العلوي) من السلك بالقطب الآخر لاحظ فارادي دوران الجانب السفلي من السلك حول المغناطيس. وفي عام 1831 لف فارادي سلكين معزولين على قلب حديدي على شكل دائرة. قام فارادي بتوصيل أحد السلكين بجلفانومتر (مقياس قراءة شدة التيار الكهربائي) وعند توصيله طرف السلك الآخر ببطارية لاحظ تسجيل الجلفانومتر مرور تيار كهربائي فيه. علاوة على ذلك أثبت فارادي أن تحريك مغناطيس جيئة وذهابا داخل ملف من الأسلاك ينتج تياراً كهربائياً فيه. وبذلك اكتشف فارادي ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي. (المترجم: يفوق إنجاز فارادي في هذا المجال المذكور، إذ أنه اكتشف أن التغير في الفيض، أو الدفق، المغناطيسي ينتج مجالاً كهربائياً محرضا. ويعتمد الفيض المغناطيسي على الضرب العددي لمتجه المجال المغناطيسي مع متجه مساحة الملف وعدد لفات الملف. وبذلك وضع فارادي اللبنة الأولى في العلاقة بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي، وهو إنجاز توجه جيمس كلرك ماكسويل في صياغته للموجات الكهرومغناطيسية)

قدم فارادي عدداً من الإسهامات الخالدة من بينها محاضرات عيد الميلاد (كريسماس) للأطفال، التي بدأها عام 1826 في المعهد الملكي واستمرت لمدة 19 سنة. ومازالت محاضرة *التاريخ الكيميائي للشمعة* تنشر حتى اليوم، كما أن العديد من محاضرات عيد الميلاد يقدمها اليوم الكثير من العلماء المرموقين. خلد اسم فارادي من خلال تسمية وحدتين علميتين باسمه. ففي النظام الدولي للوحدات يطلق على وحدة السعة الكهربية مسمى الفاراد (يساوي الفاراد الواحد كولوماً واحداً لوحدة الفولت)، كما أن ثابت فارادي يعبر عن كمية الشحنة الكهربائية المكافئة لمول واحد من الإلكترونات أو من الذرات المؤينة أحادياً، وتسمى أحياناً وحدة الشحنة هذه الفاراد أيضاً.



تواريخ مفصلية

1821 المولد الكهربائي البسيط.

1823 إسالة الكلور.

1825 اكتشاف البنزين.

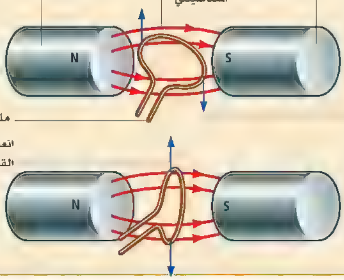
1831 اكتشاف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

1834 صياغة قانون التحليل الكهربائي.

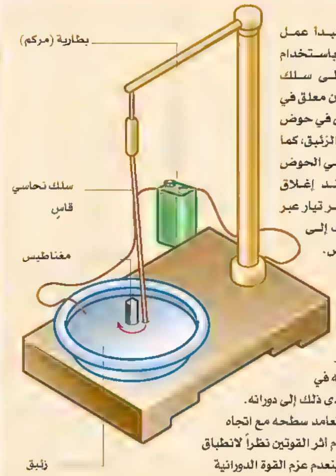
انظر أيضا المبرقة (التليغراف) الكهربائية 6: 24–25؛ مصادر الكهرباء 7: 8–9؛ ابتكار المذياع (الراديو) 7: 12–13

المجال المغناطيسي

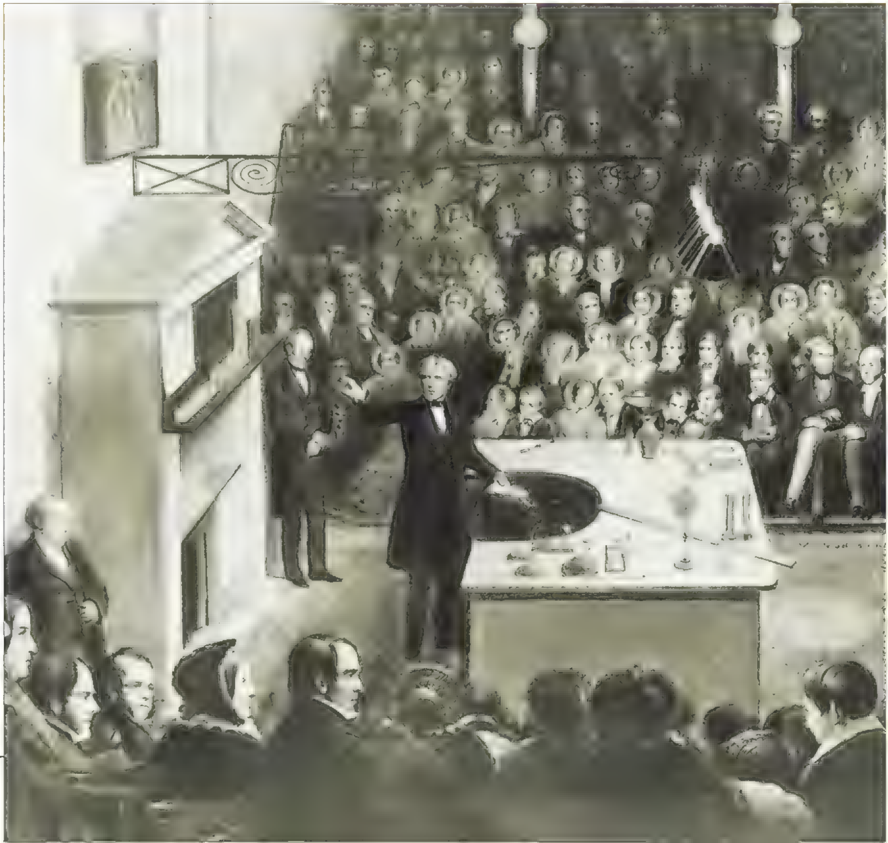
يتواجد حول كل مغناطيس مجال قوة يعرف بالمجال المغناطيسي. قام فارادي بإجراء تجارب لدراسة تفاعل هذا المجال واكتشاف العلاقات ذات الصلة بينه وبين تيار كهربائي يسري في سلك موصل أو في موصلات من أشكال أخرى. ويسمى حقل هذه التجارب اليوم بالكهرومغناطيسية، والتي تعتبر أساس عمل غالبية الأجهزة الكهربائية بدءاً من المحركات والمولدات الكهربائية وحتى الجرس الكهربائي وملف الحث الأسطواني (نوع من أنواع المفاتيح الكهربائية).



عند إمرار تيار كهربائي في ملف موضوع في مجال مغناطيسي يتأثر الملف بقوتين على طرفيه في اتجاهين متعاكسين فيؤدى ذلك إلى دورانه. وعند بلوغ الملف خطاً يتعامد سطحه مع اتجاه المجال المغناطيسي ينعدم أثر القوتين نظراً لانطباق خط عملهما، وبالتالي ينعدم عزم القوة الدورانية عند هذه النقطة.



استعرض فارادي مبدأ عمل المحرك الكهربائي باستخدام جهازٍ بسيط. يتدلى سلك نحاس قابل للدوران معلق في إحدى نهايتيه، يتدلى في حوض يحتوي على بعض الزئبق؛ كما يوضع مغناطيس في الحوض بجانب السلك. عند إغلاق الدارة الكهربائية يمر تيار عبر السلك فيؤدي ذلك إلى دورانه حول المغناطيس.



◀ قدمت محاضرات عيد الميلاد التي ألقاها فارادي في المعهد الملكي بلندن العلوم بطريقة سلسة سهلة لأول مرة بهدف التواصل مع المجتمع غير المتخصص في هذه العلوم.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1831 يصنع ثلاثة كيميائيين، وبشكل مستقل، الكلوروفورم (إثيلين ثلاثي الكلور): يوجين سوبيران (1797–1858) في فرنسا وجستس فون ليبغ (1803–73) في ألمانيا و صامويل غوثري (1782–1848) في الولايات المتحدة.

حوالي 1832 يصوغ الفيزيائي الألماني كارل جاوس (1777– 1855) قانون جاوس الذي ينص على أن الفيض (الدفق) الكهربائي عبر سطح مغلق موجود في مجال كهربائي يتناسب مع المجموع الجبري للشحنات الموجودة داخل السطح.

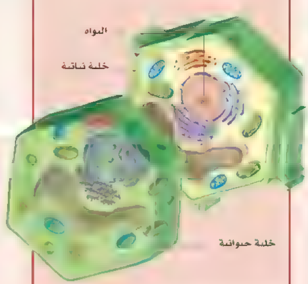
1832 يكتشف الكيميائي الفرنسي بيير روبيكوت (1780– 1840) الكودين (في الأفيون المستخرج من الخشخاش).

1833 يستحدث الكيميائي الفرنسي جين دوما (1800– 84) طريقة لتحديد نسبة النيتروجين الموجود في المركبات العضوية. مازالت الطريقة مستخدمة حتى اليوم.

1833 يكتشف الكيميائي الفرنسي أنسليم بين (1795– 1871) أنزيم الدياستاز، أول أنزيم مستكشف.

اليسار : ساهم جستس فون ليبغ في تأسيس علم الكيمياء العضوية .

رسم مقطعي لخلية نباتية تتضخ فيه معالم عديدة لبنائها الداخلي. أهم أجزاء الخلية نواتها التي اكتشفها عالم النبات الإسكتلندي روبرت براون عام 1831.



الجيولوجيا GEOLOGY

1831 يرصد المكتشف وضابط البحرية الإنجليزي جيمس روس (1800– 62) موقع القطب المغناطيسي الشمالي (الذي يتغير باستمرار).

1835 يكتشف الجيولوجي الإنجليزي آدم سدجوك (1785– 1873) جيولوجية صخور الحقبة الكمبيرية (والتي تشكلت منذ حوالي 505 إلى 540 مليون سنة).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1831 يصف الجراح الفرنسي غيوم دوبويتران (1777– 1835) مرض تقلص دوبويتران، وهي حالة من حالات التهاب المفاصل تؤثر على أصابع المصابين به.

1831 يصف عالم النبات الإسكتلندي روبرت براون (1773– 1858) نواة الخلية (النباتية في هذه الحالة).

1832 يكتشف الطبيب الإنجليزي مارشال هول (1790– 1857) الانعكاس اللاإرادي لأنواع معينة من الأعصاب (مثل التي لها علاقة برد الفعل اللاإرادي للركبة عند الطرق عليها).

1833 يكتشف عالم الفسيولوجيا التشيكي يان بيركج (1787– 1869) الغدد العَرقية في الجلد.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

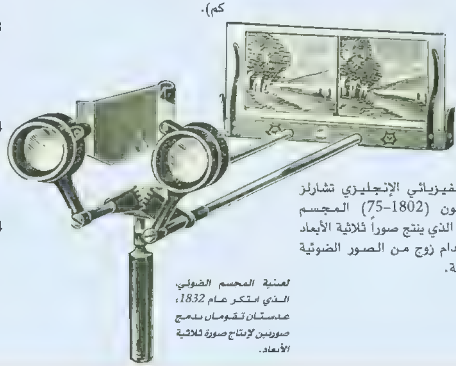
1831 يصنع العالم الإنجليزي ***مايكل فارادي*** (1791- 1867) مولداً كهربائيا بسيطا.

1831 يخترع الفيزيائي الأمريكي **جوزف هنري** (1797–1878) الجرس الكهربائي. كما يقوم بتصميم وتشغيل مبرقة تجريبية تغطي مسافة ميل واحد (1.6 كم).

1832 يبتكر الفيزيائي الإنجليزي تشارلز ويتستون (1802–75) المجسم الضوئي الذي ينتج صوراً ثلاثية الأبعاد باستخدام زوج من الصور الضوئية المجسمة.

1832 يخترع الفيزيائي البلجيكي جوزف بلاتوه (1801– 83) المصباح الوماض – مصباح سريع الومض بواسطته يمكن رؤية الآلات الدائرة وكأنها ساكنة.

1832 انتهاء تشييد قناة جوتا التي تمر عبر الأراضي السويدية من الغرب إلى الشرق، والبالغ طولها 61 ميلا (98 كم).



لعنية المجسم الضوئي، الذي ابتكر عام 1832، عدستان تقومان بدمج صورتين لإنتاج صورة ثلاثية الأبعاد.

1833 يبتكر المهندس الأمريكي أوبد هوسي (1792–1860) آلة الحصاد.

1833 يعرض الفيزيائيان الألمانيان كارل جاوس (1777-1855) وفلهام وبر (1804-91) مبرقة إبرية (تشير حركة إبرة مغناطيسية إلى وصول إشارة برقية).

1833 يبدأ عالم الرياضيات الإنجليزي تشالز بابج (1792-1871) العمل في تصنيع «الآلة التحليلية»، نوع من أنواع الحاسبات الآلية، لكن العمل لم يكتمل أبداً.

1834 يسجل المهندس الأمريكي سايروس ماكورمك (1809–84) براءة اختراع آلة حصاد تقوم بالتغليف أيضاً، وتعتبر مقدمة إنتاج آلات الحصاد المتكاملة.

1834 يصمم المعماري الإنجليزي جوزف هانسوم (1803–82) عربة أجرة هانسون («براءة الاختراع تحت مسمى العربة الآمنة للأجرة»)، وهي عربة يجرها حصان واحد وسرعان ما انتشرت بأعداد كبيرة في شوارع لندن في العصر الفكتوري.

انظر أيضا ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) **5**: 32-33؛ مايكل فارادي **5**: 36-37؛ المسدس **5**: 40-41؛ المبرقة (التليغراف) الكهربائية **6**: 24-25

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1834 يحلل الكيميائي الفرنسي جستس فون ليبغ (1803– 73) مادة الميلامين، وتعتبر أساس مدى واسع من المنتجات البلاستيكية حاليا.



1834 يبرهن الفيزيائي الفرنسي جين بتييه (1785– 1845) امتصاص الحرارة أو إطلاقها عند إمرار تيار كهربائي عبر وصلة تمثل الحدود بين معدنين مختلفين.

1834 يصوغ الفيزيائي الألماني هنريخ لنز (1804– 65) قانون لنز: يسري التيار المحرض في اتجاه بحيث يقاوم التغير الذي أدى الى إنشائه.

1834 يصوغ العالم الإنجليزي *مايكل فارادي* (1791– 1867) قوانين التحليل الكهربائي. التحليل الكهربائي عملية يتسبب فيها التيار الكهربائي المار خلال إلكتروليت (سائل موصل) بحدوث تفاعلات كيميائية عند قطبي الدارة.

الجيولوجيا GEOLOGY

1835 يكتشف الجيولوجي الإسكتلندي رودرك ميرتشسون (1792 1871) جيولوجية صخور الحقبة السليورية (التي تعود إلى ما قبل حوالي 409 إلى 439 مليون سنة).

1835 يضع الفيزيائي الفرنسي غوستاف كوريولس (1792– 1843) فرضية وجود قوة كوريولس (الوهمية) لتفسير التأثير الظاهري لدوران الأرض على اتجاه الرياح.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1833 يشرح الجراح العسكري الأمريكي وليام بيومونت (1785– 1853) وظيفة الأحماض المعدية في عملية الهضم (قام بدراسته على مريض أصيب بطلق ناري في معدته وذلك في عام 1822).

1834 يكتشف عالم الكيمياء الزراعية الفرنسي جين بوسنغول (1802– 87) ظاهر تثبيت النيتروجين في النبات، من مثل قدرة بعض النباتات (الحبوب وأنواع أخرى من الباقلاء من الفصيلة القرنية) على تحويل نيتروجين الهواء الجوي إلى مركبات كيميائية يمكن للنبات امتصاصها.

1835 يكتشف الطبيب الإنجليزي جيمس باجيت (1814 – 99) الطفيلية*/الشعرية* (الشريطية)، وهي دودة مدورة يمكن أن يعدى بها الإنسان بأكله لحوم الخنازير غير المطهية.

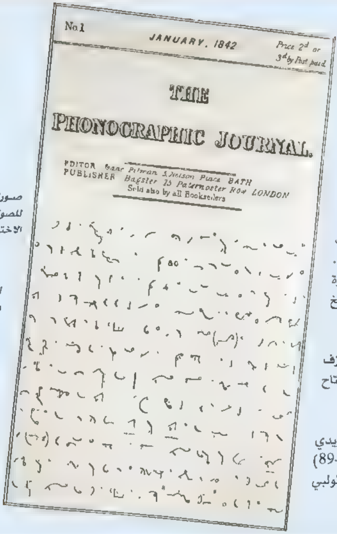
الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1834 يبتكر عالم الصوتيات الإنجليزي إسحق بتمان (1813–97) نظام الاختزال في الكتابة والذي يحمل اسمه. وخلال فترة قصيرة يتبنى النظام العالم الناطق باللغة الإنجليزية.

1835 يخترع المصور الإنجليزي وليام فوكس تالبوت (1800– 77) الأسلوب الكالوي في إظهار الصور الضوئية (سجلت براءة الاختراع عام 1841). يعتمد الأسلوب على إنتاج صورة سالبة تستخدم في طبع نسخ موجبة منها.

1835 يبتكر الفيزيائي الأمريكي جنوزف هنري (1797–1878) المفتاح الكهربائي.

1835 يخترع المهندس الأمريكي السويدي الأصل جون إريكسون (1803–89) الداسر (الرفاص، المروحة) اللولبي لاستخدامه في دفع السفن.



No 1 JANUARY, 1842 Price 2d or 3d by Post paid

THE PHONOGRAPHIC JOURNAL.

EDITOR Isaac Pitman 5 Nelson Place BATH
PUBLISHER Bagster 15 Paternoster Row LONDON
Sold also by all Booksellers

صورة صفحة للعدد الأول من دورية بتمان للصوتيات عام 1842 والذي كرس بكامله لنظام الاختزال في الكتابة.

1835 ينتج الصانع الأمريكي صامويل كولت (1814–62) مسدساً بقطع غيار قابلة للتبديل.

أحدث إبتكار جون إريكسون للداسر اللولبي عام 1834 ثورة في صناعة مراوح دفع السفن البحارية.



THE REVOLVER المسدس

صنع أول مسدس - «السلاح الناري اليدوي» الأصلي - خلال القرن الخامس عشر. وكان يتم تلقيم هذه المسدسات من الفتحة الأمامية لمواسيرها لتطلق كرة أو رصاصة باستخدام البارود الأسود (بارود البنادق) كذخيرة دافعة. كما أن طرق إشعال الذخيرة، المسماة بآلة التفجير أو الزناد، تطورت عبر السنين بدءاً من علبة الكبريت ومروراً بالقداح اللولبي وحتى مسدسات الزناد الضوئي التي ظهرت أواخر القرن الثامن عشر.



▲ يعتبر صامويل كولت رائد الإنتاج التجاري للمسدسات ذات الجرابات الدوارة والتي تتميز بتصميمها المتين من ناحية وقابلية تبديل قطع غيارها من ناحية أخرى. ظل كولت مهيمناً على سوق الإنتاج في الولايات المتحدة حتى انتهاء مدة صلاحية براءة إختراعه عام 1857.

إشتركت غالبية المسدسات الأولى في خاصية واحدة: إطلاقها قذيفة واحدة فقط. ظهرت بعض القادحات مزدوجة المواسير، لكن الطريقة الفعلية الوحيدة لضمان إطلاق أكثر من قذيفة واحدة تمثلت في حمل أكثر من مسدس ملقوم. ومن بين المحاولات الأولى لزيادة عدد الطلقات اختراع المسدس الرشاش متعدد المواسير (مسدس مرش الفلفل). كان على مستخدم هذه المسدسات إدارة المواسير يدوياً لوضع ماسورة ملقمة في موضع آلة التفجير كل مرة. لكن هذه الأسلحة كانت ثقيلة بشكلٍ كبيرٍ مع ما يصاحب ذلك من صعوبة في تصويب الهدف بدقة.

تمثل الحل الآخر في المسدس ذي الجراب الدوار، متضمناً أسطوانة بها عدة ثقوب تلقم بالرصاص الذي يمكن إطلاقه على التوالي بإدارة الأسطوانة حتى يصبح الثقب المحشو على خط فتحة الماسورة. هناك نماذج لعدد من المسدسات ذات الجراب الدوار والزناد الصواني (وفيها تشعل الشرارة الناتجة عن قدح الصوان شحنة السلاح)، لكن هذا السلاح لم يتخذ مكانته المنفردة إلا عندما أصبحت قلنسوة القدح في متناول اليد بعد عام 1807. في هذا النوع من الأسلحة يتصل كل خزان (ثقب) في الأسطوانة الدوارة، عبر ثقب ضيق، إلى نبل (وصلة بين أنبوبين) يحمل قلنسوة قدح. عند إطلاق المسدس تسقط مطرقته على القلنسوة فتنفجر وتطلق الذخيرة النارية. يتم تلقيم خزانات الذخيرة من الأمام، لذلك بقي اسم أسلحة التلقيم الماسورية مصاحباً لها.

أنتج صانع الأسلحة الأمريكي إليشا كولير من مدينة بوسطن أول مسدس ذي جراب دوار مزود بآلة قدح في إنجلترا عام 1820. أستند كولير في تصميم مسدسه على تصميم سابق بزناد

تشريح المسدس ذي الجراب الدوار

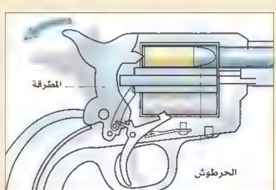
نجح صامويل كولت في أعماله التجارية لإنتاج الأسلحة اليدوية ليس لتصميمها المبدع فحسب بل لأنه جعل جميع أجزائها معيارية أيضاً. وبهذه الطريقة أمكن تصنيع الآلاف من هذه القطع وتجميعها بسهولة على خط إنتاج المصنع.

تمثل أسطوانة الذخيرة الجزء المركزي في المسدس الدوار. وبحسب ما يعنيه الاسم فهذا الجزء ليس إلا أسطوانة مخروطة تحتوي عدداً من الغرف (ثقوب) توضع الخراطيش فيها. كانت مسدسات صامويل كولت الأولى أحادية الفعل.

كان على مستخدم المسدس سحب المطرقة (الزناد) يدوياً لضغط زنبرك أداة التفجير. كما تؤدي هذه الحركة إلى تدوير غرف الذخيرة ليوضع الخرطوش على خط الماسورة ولسان المسدس. وعند الضغط على الزناد يتحرر الزنبرك وتدفع المطرقة واللسان لتطبق قلنسوة القدح الموضوعة عند قاعدة الخرطوش.

صمم كولت في مرحلة لاحقة مسدساً مزدوج الفعل. في هذا النموذج يتم رفع المطرقة ومن ثم تحريرها لإطلاق الخرطوش بحركة واحدة من خلال الضغط على الزناد، وبذلك تصبح عملية الإطلاق أسرع وأسهل في آن واحد.





تواريخ مفصلية

- **1807** قلنسوة القدح.
- **1820** مسدس كولير ذو الجراب الدوار.
- **1835** أولى مسدسات كولت ذات الجرابات الدوارة.
- **1851** مسدس آدمز ثنائي الفعل.
- **1857** تدشين مبيعات مسدسات سميث وويسون ذات الذخائر الخرطوشية.
- **1873** مسدس بيسميكر.



▲ تميز نموذج رمنجتون لمسدس الحربة (أعلى) بتلقمه بالذخيرة من فوهة ماسورته، أما مسدس ألن الرشاش من إنتاج عام 1837 (أسفل) فيحتوي على ستة أنابيب أسطوانية دوارة.

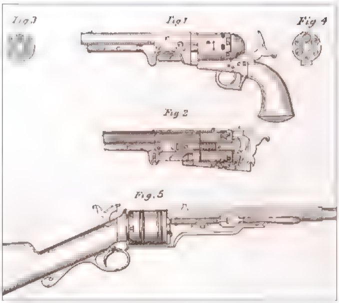
صواني سجلت براءة اختراعه في الولايات المتحدة عام 1818 لصالح آرتيموس ويلر (1785–1850). وخلال بضع سنوات أنتج عدد من صناع الأسلحة في عدد من الدول مسدسات الجراب الدوار المزودة بآلات القدح. لكن أول من تمكن من إنتاج هذه النوعية من المسدسات على المستوى التجاري هو الأمريكي صامويل كولت (1814–62) الذي حصل على أولى براءات إختراعاته عام 1835 في لندن (ومن ثم في الولايات المتحدة عام 1836).

كان مسدس كولت الأصلي مسدساً أحادي الفعل، بمعنى أنه كان على مستخدمه أن يرد ديك المطرقة (العرف) إلى الوراء يدوياً (وهي حركة تؤدي في الوقت نفسه إلى دوران أسطوانة خزان الطلقات) ومن ثم الضغط على الزناد لإطلاق الرصاص. في عام 1851 قام صانع أسلحة منافس، هو الإنجليزي روبرت آدامز، بتصنيع أول مسدس من مجموعة مسدسات ثنائية الفعل. فبضغط واحد على الزناد يتم إدارة الأسطوانة ووضع الديك عند الصُلي ومن ثم إطلاق الرصاص. وبالطبع كان المسدس ثنائي الفعل أسرع في إطلاق الرصاص من المسدس أحادي الفعل. وفر مسدس بيومونت – آدامز المنتج عام 1855 (من تصميم آدمز وضابط الحربية البريطانية فريدريك بيومونت) خيار مسدس احادي أو ثنائي الفعل.

كانت بداية مبيعات كولت لمسدساته منحصرة في الجيش والبحرية البريطانيين، ولذلك أقام مصنعاً في لندن. وبشكل عام كان الضباط فقط هم من يحملون المسدسات والذين كانوا يفضلون مسدس بيومونت – آدمز على مسدس كولت. فعلى الرغم أن مسدس كولت كان الأدق في التصويب للمسافات البعيدة بيد أن مسدس بيومونت – آدمز كان أسرع منه في إطلاق النيران، كما أن عيار رصاصه (قطر الرصاصة) وفرت للرماة «قدرة إيقاف» أعلى (قدرة الإيقاف تعني التصويب بهدف القتل أو شل الحركة). وتمثل هذه العوامل أموراً حاسمة في معارك التشابك بالأيدي. على إثر ذلك أغلق كولت مصنع أسلحته في لندن، لكنه استمر بتصنيع مسدساته في موطنه بمدينة هارتفورد في ولاية كونكتيكت وبيعها لزبائنه في جميع أنحاء العالم.

في حوالي عام 1850 توفرت الخراطيش ذات الأغلفة المعدنية – لذخائرالبنادق في البداية. ففي الولايات المتحدة صمم هوريس سميث (1808–93) و دانيال ويسون (1825–1906) خرطوش الحافة النارية – اطلق عليه هذا المسمى نظراً لأن قلنسوة القدح التي تطلقه وضعت على حافة قاعدة الخرطوش. ولاستخدام هذا التصميم يجب خراطة الأسطوانة إلى نهايتها داخل السلاح، على عكس خزانات تحميل الذخيرة للأسلحة التي تلقم من فتحة مواسيرها. قام صانع الأسلحة الأمريكي رولن وايت بتسجيل براءة إختراع مثل هذه المنظومة عام 1855. مُني نظام وايت بالفشل الذريع، لكنه امتلك حقوق براءة اختراع أسطوانة التخزين التي احتاجها سميث وويسون، ولذلك اضطرا لدفع حقوق الاستخدام له. ظهرت أولى مسدسات سميث وويسون، ذات الجراب الدوار التي تستخدم الخراطيش، في الأسواق عام 1857.

مع انتهاء مده صلاحية براءة اختراع رولن وايت عام 1869 انتج صناع آخرون أسلحة خرطوشية الذخيرة. ففي عام 1867 طور جون آدمز (شقيق روبرت آدمز) مسدساً ثنائي الفعل يستخدم الخرطوش. لكن أحد أشهر المسدسات الخرطوشية هو مسدس كولت أحادي الفعل المسمى بيسميكر (صانع السلام!) من إنتاج عام 1873 والذي استمر إنتاجه حتى بدايات الأربعينيات من القرن العشرين.



▶ تبين المخططات الهندسية كيفية تدوير أسطوانات الذخيرة في مسدس كولت من خلال المطرقة (زناد البندقية أو المسدس). يمكن إدخال الآلية نفسها في تصميم القربينة (نوع من البنادق القديمة) أو البندقية، كما في المخطط في الصورة.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH



تظهر حبيبات بيلي قبل وبُعيد خسوف كلي فقط.

1836 يصف الفلكي الإنجليزي فرانسس بيلي (1774–1844) حبيبات بيلي، وهي ظاهرة ظهور حبيبات ضوئية تحيط بحافة القمر خلال حدوث الخسوف (تحدث الظاهرة نتيجة سطوع الشمس بين قمم جبال القمر).

1837 يكتشف عالم الفيزياء الرياضية الفرنسي سيمون بواسون (1781–1840) منحنى توزيع بواسون، ويمثل توزيعا «طبيعيا» يجد تطبيقات مهمة في الدراسات الإحصائية.

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

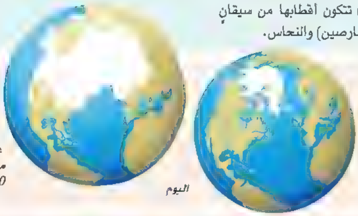
1836 يستحدث الكيميائي الإنجليزي جيمس مارش (1794–1846) اختبار مارش لاكتشاف الزرنيخ.

1836 يبتكر الكيميائي الإنجليزي جون دانيال (1790–1845) خلية دانيال، وهي خلية أولية (بطارية) تتكون أقطابها من سيقان من الزنك (الخارصين) والنحاس.

1836 يكتشف الكيميائي الفرنسي ألكساندر بيكريل (1820–91) الظاهرة الكهروضوئية (إنتاج تيار كهربائي عند سقوط الضوء على سطح معدن)، وتمثل الظاهرة مبدأ عمل الخلايا الضوئية الحديثة.

الجيولوجيا GEOLOGY

1837 يضع عالم الطبيعيات الأمريكي السويسري الأصل لويس أغاسيز (1807–73) نظرية متكاملة لتفسير تعاقب العصور الجليدية على الأرض.



إمتدت القلنسوة الجليدية القطبية خلال آخر عصر جليدي لتغطي غالبية أجزاء أوروبا وأمريكا الشمالية.

اليوم

انحسر آخر عصر جليدي منذ حوالي 10,000 عام.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1836 يكتشف عالم الفسيولوجيا التشيكي يان بيركنج (1787–1869) مفعول بروتينات الهضم التي ينتجها البنكرياس. كما يكتشف بعد عام خلية بيكنج في المخ (خلية عصبية متفرعة كبيرة في المخيخ)، وفي عام 1839 يصك مصطلح «البروتوبلازم» كتسمية للسوائل اللزجة في الخلايا.

1836 يستحدث عالم النبات الأمريكي أسا غري (1810–88) طريقة لتصنيف النباتات بحسب ثمارها و بذورها.

1836 ينتهي عالم الطبيعيات الإنجليزي *تشارلز داروين* (1809–82) من رحلته الطويلة على متن السفينة الملكية *بيغل*؛ وتمكنه ملاحظاته التي جمعها خلال الرحلة من تقديم نظرية التطور من خلال الإنتخاب الطبيعي.

1837 يقترح عالم الطبيعيات الأستوني كارل فون باير (1792–1876) نموذجاً أولياً لقانون التخليق الحيوي، والذي ينص على أن نشوء الكائنات الحية يتم من كائنات حية شبيهة لها («تلد الأشياء ما يشبهها») ولا يمكن تخليق الحي من غير الحي.

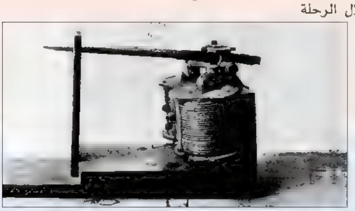
الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1836 يبتكر الفيزيائي الإنجليزي وليام ستورجوين (1783–1850) الجلفانومتر ذا الملف المتحرك، وهو جهاز حساس للكشف عن التيارات الكهربائية.

1836 يصنع المهندس الأمريكي توماس دافنبورت (1802–51) نموذجاً لترام.

1837 يخترع الطباع الروسي الألماني الأصل مورتز فون جاكوبي (1801–74) نوعاً من أنواع المرسبات الطباعية الكهربائية وفيها تصنع صفحة كاملة من حروف الطباعة بالترسيب الكهربائي على قالب مأخوذ من صفحة حروف منضدة بالطرق التقليدية.

1937 يبتكر رجل الصناعة الأمريكي جون دبير (1804 – 86) محراثا مصنوعاً من الفولاذ.



في الأعلى: مبرقة مورس الكهربائية ذات السلك الواحد. قام مورس مع مساعده ألفريد فيل (1807-59) بتصميم ما يعرف بشفرة مورس.

1837 يسجل الفيزئيان الإنجليزيان وليام كوك (1806–79) وتشارلز ويتستون (1802–75) براءة اختراع مبرقة كهربائية ذات خمس إبر.

1838 يعرض المبتكر الأمريكي **صامويل مورس** (1791–1872) مبرقة كهربائية بسلك واحد يمتد عبر منطقة دائرية بقطر 10 أميال (16 كم) بجامعة نيويورك. «يدق» المستقبل الكهرومغناطيسي عند وصول إشارة برقية.



اليمين: استند عمل المبرقة ذات الإبر الخمس إلى انحراف إبرتين في أن واحد لتشيران بذلك إلى حرف من حروف الأبجدية العشرين المرسومة على شبكة.

انظر أيضا ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) 5: 32-33؛ تشارلز داروين 5: 44-45؛ المبرقة (التليغراف) الكهربائية 6: 24-25؛ الجدول الدوري (للعناصر) 6: 32-33

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1838 يستنتج الفلكي الألماني فريدريك بسل (1784 – 1846)، ولأول مرة، المسافة بين الأرض ونجم (غير الشمس)، ويتوصل إلى أن نجم 61- ساجني (61 – الدجاجة) يبعد عنا مسافة 11.4 سنة ضوئية.

1839 يلتقط الرسام والفيزيائي الفرنسي لوي داغيير (1787-1851) أول صورة ضوئية للقمر.

1839 يكتشف الفلكي الألماني يوهان إنك (1791 – 1865) فجوة إنك، وهي فجوة تظهر في حلقة «A» لكوكب زحل.

1839 يتقلد الفلكي الأمريكي وليام بوند (1789-1859) منصب أول رئيس للمرصد الجديد، مرصد كلية هارفارد، ويشيد بعد ثماني سنوات أكبر مقراب عاكس في العالم، المسمى «العاكس الكبير» ويبلغ قطره 15 بوصة (38 سم).

الكيمياء والفيزياء CHEMISTRY AND PHYSICS

1836 يكتشف الكيميائي السويدي يونز برزيليوس (1779-1848) المواد الحفازة – مواد تسرع او تبطئ التفاعلات الكيميائية دون أن تتفاعل هي معها. وفي العصر الحديث تعتمد غالبية الصناعات الكيميائية والعمليات الكيمياحيوية الطبيعية على المواد الحفازة.

1836 يكتشف الكيميائي الإنجليزي إدوارد ديفي (1806-85) الأستيلين (الإثين). يصبح الغاز خلال فترة قصيرة وقوداً مهما.

1838 يكتشف الكيميائي الفرنسي أنسليم بين (1795-1871) السليلوز، وهو من أجزاء النبات المهمة.

1859 يكتشف الكيميائي السويدي كارل موساندر (1797-1858) عنصر اللانثانيوم، وهو واحد من مجموعة «العناصر الأرضية النادرة» ذات الخصائص المشتركة التي حيرت الكيميائيين لسنوات عديدة.

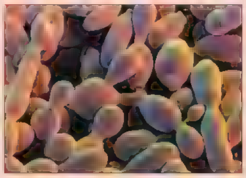
الجيولوجيا GEOLOGY

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1837 يميز الطبيب الأمريكي وليام غيرهارد (1809-72) بين التيفوس (الحمى النمشية) وحمى التيفوئيد.

1837 يشرح عالم الفيسولوجيا الفرنسي رينيه دوتروتشيه (1776-1847) دور الكلوروفيل (اليخضور) في عملية التمثيل الضوئي – باعتباره المادة التي تقوم بامتصاص أشعة الشمس وتحويل طاقتها إلى غذاء.
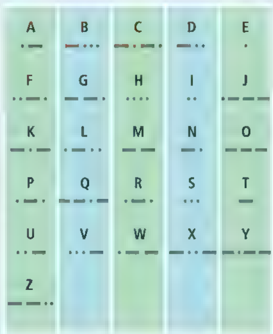
اكتشف دور الخمائر في عملية التخمير عام 1837. تبين الصورة المكبرة 2,500 مرة خلايا من النوع الذي يستخدمه الخبازون لصناعة الخبز ومخمرو الكحوليات في صناعة البيرة. تقوم الخمائر بتكسير السكر فينتج عن ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون (الذي يقوم بدور وسيط انتفاخ العجين) وينتج الكحول في نهاية المطاف في صناعة البيرة.



1837 يكتشف ثلاثة علماء، وبشكل مستقل عن بعضهم، دور الخمائر في عملية التخمير: الفرنسي تشارلز كاغنيرد دي لاتور (1777-1859) والألماني ثيودور شوان (1810-82) والألماني فريدريك كاتزنغ (1807-93).

1839 يقدم عالم الجيولوجيا الألماني ثيودور شوان (1810-82) نظرية مفادها تكون جميع الكائنات الحية من الخلايا.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



شيفرة مورس لحروف الأبجدية.

1838 تدشن المغدافية *سايروس* كأول باخرة بخارية تعبر المحيط الأطلسي مستخدمة طاقة البخار فقط (استغرقت الرحلة 18 يوما). وبعد ساعات من وصولها ترسو الباخرة *غريت ويسترن*، مستغرقة أربعة أيام فقط في عبور الأطلسي. بعد سبع سنوات (في عام 1845) تعبر السفينة *غريت برتن* المحيط كأول باخرة ذات داسر (مروحة) لولبي تقوم بالرحلة.

1838 يبتكر المهندس الأمريكي تشارلز بيج (1812-68) مولداً كهربائياً ينتج مجاله المغناطيسي حديد كهرومغناطيسي لين، بدلاً من المغناطيسيات الدائمة التي كانت تستخدم.

1839 يخترع المهندس الإسكتلندي كيكباترك ماكملان (1812-78) دراجة تدار بدواسة قدم (ركاب).

1839 يبتكر الرسام والفيزيائي الفرنسي لوي داغيير (1787-1851) التصوير الداغييري، وهو نوع من التصوير الضوئي يثبت على صفيحة معدنية (تظهر الصور على اللوحة كصور مرآة عاكسة اليمين يسارا).

1839 يطور المخترع الأمريكي تشارلز غوديير (1800-60) طريقة لتقسية المطاط تعرف بالفلكنة (وذلك بتسخين خام المطاط في وسط كبريتي).

CHARLES DARWIN (82–1809) تشارلز داروين

أبحر تشارلز داروين عام 1831 على متن الباخرة الملكية بيغل، وخلال رحلته جمع ملاحظاته التي حفزته في آخر الأمر لاقتراح نظرية التطور (النشوء والارتقاء) من خلال الانتخاب الطبيعي. لكن الغريب في الأمر أنه لم يركب الباخرة بصفته عالماً للطبيعيات أو علوم الحياة، بل مرافقاً للقبطان على وجبات العشاء.



▶ أحدثت نظرية داروين في التطور من خلال الانتخاب الطبيعي ثورة في العلوم الحيوية في منتصف القرن التاسع عشر.

تشارلز داروين (1809–82) هو حفيد الطبيب الإنجليزي إيراسموس داروين (1731–1802) والذي كان إسهامه الوحيد لنظرية التطور تأييده للأفكار الخاطئة لعالم الطبيعيات الفرنسي جين – بابتست لامارك (1744–1829). عند بلوغه سن 22 التحق تشارلز داروين بالسفينة الملكية *بيغل* كمرافق لقبطانها روبرت فتزروي. وبحسب تقاليد ذلك الزمن لم يكن يسمح للقبطان مخالطة ضباطه وبحارته.

لكن رغبة داروين كانت أن يصبح عالم طبيعيات أيضاً، ولذلك استغل الرحلة التي استغرقت خمس سنوات كفرصة فريدة لدراسة نباتات وحيوانات المناطق المترامية الأطراف التي زارها. رست السفينة على شواطئ تنريف وأرخبيل جزر رأس فردي بمحاذاة الساحل الغربي لإفريقيا ومن ثم أبحرت حول كيب هورن صعوداً إلى الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية. وعلى هذا المسار رست الباخرة على سواحل باتاغونيا وتشيلي وبيرو وأرخبيل غالاباغوس وذلك قبل إبحارها عبر المحيط الهادئ (الباسفيكي) إلى تاهيتي ونيوزلندا، والعودة أخيراً إلى إنجلترا عبر مسار مر بموريشيوس وجنوب إفريقيا. كان داروين ينزل من السفينة عندَ كل ميناء رست فيه لجمع المشاهدات وتدوينها عن أنواع الصخور والنباتات والحيوانات.

خلال السنوات الخمس قام داروين برحلاته إلى البر في أمريكا الجنوبية أكثر من أي مكان آخر – كان داروين في الحقيقة على البر أكثر من تواجده على ظهر الباخرة. وإلى جانب دراسته للنباتات والحيوانات الغريبة الخلابة، درس داروين أيضاً صخور المناطق التي زارها وجيولوجيتها. شاهد داروين على سواحل باتاغونيا منحدراً صخرياً شاهقاً بارتفاع 19.6 قدماً (6 م) ووجد على أرضه

مناقير طيور أرخبيل كالاباغوس

كالاباغوس مجموعة أرخبيل من الجزر البركانية تقع على بُعد يقارب 620 ميلاً (1,000 كم) من سواحل الإكوادور في أمريكا الجنوبية. عند وصول الباخرة *بيغل* إلى الأرخبيل في سبتمبر عام 1835 جمع داروين عينات من الحيوانات والطيور بما فيها عدداً من أنواع عصافير الدوري (الحسون). بعد عودة داروين إلى إنجلترا أوضح عالم الطيور جون غولد (1804–81) أن العديد من هذه الطيور تختلف فقط من ناحية اللون وشكل المنقار. وعلى سبيل المثال فإن مناقير العصافير التي تتغذى على البذور قصيرة وغليظة، بينما تمتلك العصافير التي تتغذى على الحشرات مناقير طويلة ونحيفة. استنتج داروين من هذه الملاحظات أن جميع هذه الطيور تنوعٌ من جنس واحد تواجد على أراضي القارة الأم (أمريكا الجنوبية). وعند هجرة تلك الطيور إلى أرخبيل كالاباغوس لم تكن هناك طيور أخرى فلجأت إلى التخصص في نوعية غذائها. بعض الطيور إتخذ اليرقات غذاءً رئيساً له، والبعض الآخر الحشرات الطائرة وجزء ثالث اعتمد في تغذيته على المكسرات والبذور وغير ذلك من أنواع الغذاء. تمت عملية التكاثر بين كل مجموعة من هذه المجموعات على حدة، وبذلك تطورت مناقير هذه الطيور (أنسالها على الأصح) بما يتلاءم مع نوعية غذائها الرئيس. ورثت الطيور هذه الخصائص الجديدة لنوعها فقط لينتهي الأمر بتطور كل مجموعة إلى نوع منفصل.



▶ من بين 13 نوعاً من طيور الدوري في أرخبيل كالاباغوس تشابهت ثمانية منها عرفت بدوري داروين. الدوريات رقم 1 و3 و4 تمتلك مناقير طويلة مكيفة للتغذية على الحشرات، والدوري رقم 2 غذاؤه الرئيس الفواكه، أما المنقار القصير والغليظ على شكل الصليب للدوريات رقم 5 و6 فمهيأة للتغذية على البذور.



▶ طيرا الدوري الكبيران طيران داجنان يمتلكان منقاراً قوياً مناسباً للتغذية على نبات الصبار. أما الطير الأصغر فهو من نوع الشادي (الدخلة)، ويعيش أيضاً في كالاباغوس ومتخصص في التغذية على الحشرات.



▲ كما يبين السهم الاتجاهي، رست الباخرة الملكية بيغل في العديد من المواقع حول ساحل أمريكا الجنوبية. وفي بعض الأحيان عادت الباخرة إلى أماكن حطت بها في وقت سابق بهدف تمكين داروين من جمع المزيد من العينات.

تواريخ مفصلية

1831-1836 رحلة الباخرة *بيغل*.

1838 الإطلاع على أعمال مالتوس (الكتاب المؤلف عام 1803).

1858 نشر مقالة علمية بالاشتراك مع والاس.

حوالي **1859** نشر كتاب حول *أصل الأنواع*.

عظاماً غاية في الضخامة. كانت العظام من الضخامة بحيث لا يمكن القول بأنها تعود للحيوانات المعروفة أيامها، بما في ذلك الحيوانات الجديدة التي شاهدها داروين خلال رحلته. لاحظ داروين أن العظام تشبه حيوان المدرع (المترجم: حيوان ثديي جنوب أمريكي عن فصيلة الدردوراث) وحيوان الكسلان (المترجم: حيوان أدرد موطنه الغابات الإستوائية في جنوب أمريكا) - وذلك باستثناء حجمه الكبير. أدرك داروين أن الأسلاف العملاقة لهذه الكائنات إنقرضت، لكن ما شغله هو التساؤل حول سبب موتها وانقراضها. يبدو أن الأسلاف العملاقة لم تكن تصلح للبقاء.

عادت الباخرة *بيغل* إلى إنجلترا خريف عام 1836، بعدها عاد داروين للإستقرار في لندن. درس داروين علوم الجيولوجيا وأعتنق مبادئ النظم الموحدة التي نادى بها عالم الجيولوجيا الإسكتلندي تشارلز ليل (1797–1875) ومفادها أن عالمنا في حالة دائمة التغير. كما أن داروين إطلع أيضاً على أعمال عالم الإقتصاد الإنجليزي توماس مالتوس (1766–1834) الذي استعرض فكرة «الصراع من أجل البقاء».

تبين لداروين حالة شبيهة بين أنواع الحيوانات - على سبيل المثال، لماذا تلد بعض الأسماك أعداداً هائلة من صغارها في الوقت الذي لا تتوافر فيه كمية كافية من الغذاء لإطعامها؟ لكن بعض صغار الاسماك يبقى، وكانت هذه الحقيقة هي التي ألهمت داروين أفكاره ببقاء الأنسب والأصلح من الحيوانات فقط، وأن عملية الانتخاب الطبيعي هي الآلية التي تجعل بعض الحيوانات أنسب من غيرها.

في الوقت الذي كان داروين يجمع أفكاره حول التطور، توصل عالم الطبيعيات الويلزي ألفريد رسل والاس (1823–1913) إلى نتائج مشابهة بناءً على دراساته على حيوانات آسيا وأستراليا. دون والاس نظريته عام 1858 وبعث نسخة إلى داروين. وعلى الفور بدأ الرجلان في التشاور فيما بينهما وكتبا رسالة بحثية قدماها للجمعية الليننية، وأكمل داروين كتابه الملحمي *أصل الأنواع* *بواسطة الانتخاب الطبيعي* الذي نشر في العام التالي. وفي عام 1889 نشر والاس كتابه في موضوع الداروينية.

تذهب نظرية داروين إلى حدوث التطور على مراحل بفعل الطفرات العشوائية. تورث الطفرات المفضلة وتنقل إلى الأنسال، وبذلك يحدث تطور تدريجي في الأنواع بأكملها. وفي نهاية المطاف تظهر أنواع أكثر صلاحية إلى الوجود وتنقرض الأنواع القديمة الأقل صلاحية. وبالطبع لم يكن لدى داروين ومعاصرية أية فكرة حول كيفية حدوث الطفرات. ولكن، وبدون علم داروين ومعاصريه، كانت الوراثة موضع الدراسة في حديقة دير في أستراليا على يد راهب مغمور هو **جورج** *مندل* (1822–84). كان مندل يقوم بزراعة أجيال متعاقبة من نبات البازلاء ليتوصل من خلال ملاحظاته إلى قوانين الوراثة - بأن الأنسال تكتسب مجموعة من «العوامل» الوراثية نسميها اليوم الجينات. وبذلك وفرت الجينات الوسيلة التي من خلالها يحدث التطور.

الأعلام 1775-1839 ميلادي

KEY PEOPLES 1775 - 1839 A.D.

أسماء الأعلام المكتوبة **بالحروف الغامقة** *كتبت عنهم فقرات في هذا الجزء من المجلد أو في جزء الأعلام في مجلد آخر. أما المدونة أسماؤهم **بالأحرف الغامقة والمائلة*** فلهم مقالات خاصة ضمن المجموعة.

امبير، أندريه (1775 - 1836)

أندريه – ماري امبير فيزيائي وكيميائي وعالم رياضيات فرنسي نال شهرته لأبحاثه في الكهرباء. ولد في مدينة ليون لأبٍ تاجر ثري. حصل على تعليمه في المنزل معتمداً على مكتبة والده الغنية وعمل عام 1804 بوظيفة محاضر لمادة التحليل (الرياضيات) في الكلية التكنولوجية في باريس. عينه نابليون عام 1808 مفتشاً عاماً في الجامعة الإمبراطورية، وفي عام 1824 تقلد منصب الأستاذية في الفيزياء التجريبيه في الكلية الفرنسية.

أسس أمبير علم الكهرومغناطسية من خلال شرحه للموضوع في كتبه التي ألفها ما بين عامي 1822 و1830. أطلق مسمى الكهروديناميكا (الكهربائية المتحركة) على الموضوع لتمييزه عن موضوع الكهرباء الساكنة. برهن أمبير أن المجال المغناطيسي المعرض الناتج عن مرور تيار كهربائي في سلك موصل يتناسب طردياً مع حاصل ضرب شدة التيار الكهربائي وطول السلك وعكسياً مع مربع المسافة بين نقطة الحساب والموصل (قانون أمبير). كما صاغ قاعدة أمبير والتي تنص على أنه عند النظر إلى اتجاه التيار الكهربائي (بعيداً عن الراصد) فإن خطوط المجال المغناطيسي الناتج تمثل دوائر متحدة المركز ومركزها السلك ويكون اتجاه المجال في اتجاه عقارب الساعة. تعرف هذه القاعدة المبرام أو قاعدة اليد اليمنى أيضاً. ولتكريم أمبير أطلق أسمه على وحدة التيار الكهربائي في النظام الدولي للوحدات.

أودوبون، جون جيمس (1785 - 1851)

جون جيمس أودوبون عالم طيور ورسام أمريكي أصبحت رسوماته للطيور من الكتب الأكثر مبيعاً. ولد في لس كايز بجزر الهند الغربية لبحار وتاجر فرنسي ورعته عائلة والده في مدينة نانت بفرنسا. رحل عام 1804، بعد دراسته الرسم في باريس، إلى فيلادلفيا لرعاية أملاك عائلته هناك (وربما هرباً من الخدمة الإلزامية في جيوش نابليون). غادر بعد ثلاث سنوات إلى مدينة لوفيل في ولاية كنتاكي وافتتح متجراً هناك. وفي عام 1819 أفلس أودوبون وأودع السجن لفترة قصيرة. عكف أودبورن بعد إطلاق سراحه على وضع قائمة مصورة (كاتالوج) لجميع أنواع الطيور في أمريكا – قام هو بالتقاط صور الغالبية منها بهدف رسمها. وإبتداءً من عام 1827 نشر أودوبون *طيور أمريكا* على أجزاء تمت طباعتها الأولى في أسكوتلندا. بلغ عدد المجلدات المنشورة بحلول عام 1838، سبعة وثمانين (87) مجلداً احتوت أكثر من ألف رسم بالحجم الطبيعي. خلال الأعوام من 1840 إلى 1844 نشر طبعة مصغرة تتكون من سبعة مجلدات. عاد أودوبون إلي الولايات المتحدة عام 1839 وجمع كتابه *الحيوانات ذوات الأربع الولودة في أمريكا الشمالية*، الذي تكون من ثلاثة مجلدات. وتخليداً لذكراه أسس عام 1886 جمعية أودوبون لحماية الطيور.

برزيليوس، يونز (1779 - 1848)

يونز جيكوب برزيليوس كيميائي سويدي شملت إسهاماته العديدة في الكيمياء إكتشافه أربعة عناصر. ولد في مدينة فافرسوندا في السويد لأب قسيس يعمل مدرساً أيضاً. درس الطب منذ العام 1796 بجامعة أبسولا. تخرج عام 1802 وانتقل إلى ستوكهولم ليعمل مع كيميائي المناجم فلهلم هسنجر (1766–1852). إكتشف الإتنان عنصر السيريوم عام 1803.

تقلد برزيليوس منصب الأستاذية في مجال الصيدلة والطب بجامعة ستوكهولم عام 1807. إستمر في إجراء تجارية في الكيمياء وبخاصة في موضوع التحليل الكهربائي كما اكتشف ثلاثة عناصر جديدة أخرى: عنصر السيلينيوم عام 1818، والسليكون عام 1824 والثوريوم عام 1828. توصل برزيليوس إلى قناعة بأن جميع المركبات الكيميائية تتكون من جزئين، جزء موجب وآخر سالب. كما فضل النظرية الذرية التي طرحها **جون دالتون** (1766–1844) على غيرها من نظريات تركيب المواد. وبحلول عام 1818 تمكن برزيليوس من قياس الوزن الذري لعدد 45 عنصراً من العناصر الـ 49 المعروفة أيامها (استخدم الأكسجين أساساً لتحديد الأوزان الذرية للعناصر الأخرى، بدلاً من الكربون الذي أصبح الوزن المعياري للأوزان الذرية). استحدث الرموز للعناصر مستخدماً لكل عنصر حرفاً أو حرفين تبعاً لمسماه اللاتيني، على سبيل المثال H للهيدروجين و Fe للحديد (من المفردة اللاتينية *فيروم*).

صك برزيليوس في الكيمياء مصطلح «العضوية» عام 1807 لوصف المركبات الكيميائية المشتقة من الكائنات الحية – كان مجال دراسته الرئيس الأحماض العضوية. اكتشف عام 1836 ظاهرة الحفز – المواد الحفازة هي مواد تسرع التفاعلات الكيميائية أو تحفزها للحدوث تحت ظروف مختلفة، من مثل درجات حرارة أقل من الدرجات الاعتيادية.

براما، جوزف (1748 - 1814)

جوزف براما مهندس إنجليزي سجل 18 براءة إختراع من أهمها المكبس الهيدروليكي. ولد لأبٍ فلاح في شمالي إنجلترا والتحق بمدرسة في القرية وعمل مساعد نجار. وعلى الرغم من ذلك سار على الأقدام إلى لندن عام 1773 مسافة تبلغ 217 ميلاً (350 كم) – وعمل مع نجار هناك. إبتكر براما مرحاض الدفق (ثاني براءة إختراع في هذا المجال)، كما ابتكر بعد خمس سنوات من ذلك صنبور ماء. كما صمم قفلاً جديداً لم يتمكن أحد من فتحة عنوة بهدف السرقة لمدة 67 عاماً. وفي نهايات الثمانينيات من القرن الثامن عشر ابتكر آلة لإطفاء الحرائق مستخدماً في تشغيلها مضخة ذات ريش رحوية (دورانية).

يعتبر المكبس الهيدروليكي، الذي أخترعه براما عام 1795، أهم اختراعاته، وهو أول تطبيق عملي لمبدأ **باسكال** – يتساوى الضغط في سائل ما عند جميع نقاطه. استخدم المكبس في قطع الحديد والفولاذ، وكان بإمكانه تطبيق ضغط بما يعادل ألاف الأطنان. بالإضافة إلى ذلك اخترع براما آلة لعد الأوراق النقدية وجهازاً لصنع المياه الغازية (مياه الصودا)، وكذلك أداة لشحذ سن الأقلام (من ريش طيور الأوز) وقلم حبر وكذلك نوعاً من أنواع الكابحات الهيدروليكية للعربات.

كافندش، هنري (1731 - 1810)

هنري كافندش عالم بريطاني أسهم باكتشافات رئيسة في علمي الكيمياء و الفيزياء. ولد في مدينة نيس بفرنسا لعائلة من النبلاء ونال تحصيله العلمي في كل من لندن وجامعة كيمبردج بداية من عام 1749. ترك الدراسة بعد أربع سنوات دون الحصول على الإجازة الجامعية وبحصوله على ميراث طائل من أحد أعمامه شيد لنفسه مختبراً ومكتبة. وعلى الرغم من شهرته في الأوساط العلمية إلا أنه عاش حياة نُسُك وعُزلة إلى درجة أن تواصله مع خدمه كان يتم من خلال الكتابة على قصاصات ورقية.

ركز في دراساته الأولى على الغازات، أو «الهوائيات» كما كان يسميها. قام بدراسة خصائص «الغاز الثابت» (ثاني اكسيد الكربون) وبرهن على أن

الغاز الناتج عن تفاعل الأحماض مع الرخام هو الغاز نفسه الناتج خلال عملية التخمر (في صناعة الكحوليات). وفي عام 1766 توصل إلى عزل «الغاز غير القابل للإشتعال» (الهيدروجين). وفي حوالي عام 1784 استخدم الشرارة الكهربائية لتفجير مزيج من الهيدروجين والأكسجين لينتج الماء، مبرهناً بذلك على أن الماء مركب وليس عنصراً، بحسب ما كان يعتقد. كما أنه برهن بعد سنة على أن حمض النيتروجين (HNO_3) مركب من عدد من الغازات. أجرى كافندش عام 1798 تجربته الشهيرة «تجربة كافندش» لقياس قوة الجاذبية بين كتلتين مستخدماً ميزان لي على طرف ذراعه كرة كبيرة من الرصاص وعلى الطرف الأخر كرة صغيرة من نخاع البيلسان. تمكن كافندش من قياس ثابت قوة الجاذبية الأرضية ومن ذلك حسب بدقة كثافة الأرض. ترك كافندش وراءه ثروة طائلة. في عام 1871 افتتح مختبر كافندش في جامعة كيمبردج من خلال هبة قدمها ورثة كافندش لتخليد ذكراه.

كيلي، جورج (1773 - 1857)

جورج كيلي مخترع إنجليزي قام بأعمال رائده في مجال طيران الأجسام الأثقل من الهواء. ولد في شمالي إنجلترا لأبٍ من المزارعين الأثرياء. نال تحصيله العلمي على أيدي معلمين خصوصيين وأصبح ضليعاً واسع الإطلاع في الرياضيات وعلم الميكانيكا. كان والده يحمل لقب بارون وورث هو اللقب عام 1792. في حوالي عام 1799 استوعب مبادئ قوة الرفع وقوة مقاومة الهواء اللتان تؤثران على جناح الطائرة، وضع نموذجاً ناجحاً لطائرة شراعية عام 1804. كما ابتكر طائرة شراعية بدون طيار بالحجم الطبيعي عام 1808 وفكر في احتمالية الطيران باستخدام محركات الوقود، لكن لم يتوفر أيامها وقود مناسب.

حول كيلي اهتماماته بعد ذلك إلى موضوعات أخرى، إذ شيد عام 1825 نوعاً بدائياً لجرار كاتربلر. ولم يعد كيلي إلى آلته الطائرة حتى بلوغة سن السبعين ففي عام 1849 صنع طائرة شراعية براكب واحد وبحجم طبيعي وأجرى عليها تجربة طيران كانت نتيجتها تمكن الطائرة من الإرتفاع عن سطح الأرض بضع أقدام فقط. بالإضافة إلى ذلك شيد طائرة شراعية أخرى يقودها طيار عام 1853، لكنه لم يجر تجربة طيرانها بنفسه، بل أقنع مساعده ورفيق دربه ليقوم بها ويكون بذلك أول إنسان يقلع عن الأرض بآلة أثقل من الهواء. باستخدام الحبال سحب الفلاحون الطائرة إلى قمة منحدر لتوفير قوة الدفع الأولية لها، وتمكنت من الإرتفاع عن سطح الأرض وقطعت مسافة 540 قدماً (500 م) عبر الوادي. نشر كيلي عدداً من الأبحاث العلمية في مجال الطيران والتي قام الأخوان رايت بدراستها والإعتماد عليها فيما بعد.

كولت، صامويل (1814 - 62)

صامويل كولت مخترع أمريكي إشتهر في تصميم الأسلحة النارية اليدوية وكذلك في أسلوب صناعتها على شكل قطع يمكن تركيبها. ولد كولت في مدينة هارتفورد بولاية كونيكتكت لأبٍ يعمل في مجال النسيج. تعلم كولت طرق صباغة النسيج وتبييضه وعكف على تعليم نفسه الكيمياء. بعد تجواله عدداً من السنوات كمحاضر في الكيمياء سجل عام 1835 في إنجلترا وفرنسا (وبعد سنة في الولايات المتحدة) براءة إختراع أولى مسدساته اليدوية. كان السلاح عبارة عن مسدس يلقم بالذخيرة من ماسورته وتحتوي أسطوانته على خمس غرف للذخيرة وتدور الأسطوانة آلياً عند الضغط على الزناد. لكن تعبئة مطرقة الزناد كانت تتم يدوياً بعد إطلاق كل طلقة. كان المسحوق الأسود (البارود) يوفر قوة الدفع اللازمة وتستخدم قلنسوة القدح لبدء الإشعال، لكن الأهم هو تميز المسدس بتصنيعه على شكل قطع تركيب قابلة للتبديل، وهي الفكرة التي صممها **إيلي ويتني** (1765- 1825). ونتيجة لهذا التصميم أصبح بالإمكان إنتاج المسدسات على مستوى تجاري وباستخدام عمال شبه مهرة.

أجرى كولت عدداً من التحسينات على مسدسه المسمى كولت باترسون، ورغم ذلك أفلست أول شركة تصنيع أسسها عام 1842. مع بدايات الحرب الأمريكية الإسبانية عام 1846 استلم كولت طلباً من الحكومة الأمريكية لتصنيع مئات من مسدساته. استحدث كولت عام 1847 المسدس المسمى كولت وولكر والذي احتوت أسطوانته على ست غرف للذخيرة من عيار 44، وفي العام التالي أنتج نموذج كولت دراغون الذي صممه خصيصاً لفرقة الفرسان الأمريكية. وقبل تشييد مصنعه الخاص في هارتفورد تعاقد مع إيلي ويتني لتصنيع المسدسات. أما مصنعه الخاص فقد كان مصنعاً ضخماً كلف بناؤه مليوني دولار وضم 1,400 أداة تصنيع. وفي هذا المصنع صنع كولت أسلحته الخرطوشية، واستمر الإنتاج لوقتٍ طويل بعد وفاة كولت لينتج نماذج عدة من المسدسات ذات الأسطوانات الدوارة من بينها المسدس الأسطوري كولت بيسميكر ذي الستة خزانات للذخيرة من إنتاج عام 1873 ومسدس كولت فرونتير عام 1878، والذي مازال قيد الإنتاج والاستخدام حتى يومنا.

طور كولت أيضاً الألغام البحرية (أنتج أول لغم بحري عندما كان في 15 من العمر) كان يتم تفجير هذه الألغام تحت الماء كهربائياً باستخدام كابل (سلك معزول) ممدود تحت الماء. وفي إحدى تجاربه على فعالية هذه الألغام عام 1843 أدت إحدى التفجيرات إلى غرق باخرة على بعد 5 أميال (8 كم) من موقع التفجير. كما أنه مد في السنة نفسها كابلاً بحرياً للبرق بين مدينة نيويورك وكوني آيلند. بيد أن الإسهام الخالد لكولت هو استحداثه تصنيع قطع غيار دقيقة للغاية. وبعد بضع سنوات إعتمد الساعاتي الأمريكي آرون دينيسون (1812-95) على المبدأ نفسه لإنتاج ساعات رخيصة بكميات تجارية.

دالتون، جون (1766 - 1844)

جون دالتون كيميائي إنجليزي أشتهر لتقديمه نظريته الذرية بالإضافة إلى استنباطه عدداً من القوانين في الكيمياء النظرية. ولد في الشمال الغربي لإنجلترا لأبٍ نساج فقير ينتمي إلى طائفة الكويكرز (الطائفة الصاحبية). بدأ مراحله التعليمية الأولى على يد والده وفي المدرسة المحلية للطائفة، قام هو بالتدريس فيها عندما كان في 12 من العمر فقط. إنتقل بعد سنتين لمساعدة أخيه الأكبر، الذي كان مدرساً أيضاً، وفي إدارة مدرسة قريبة. وفي عام 1793 إنتقل دالتون إلى مدينة مانتشستر. بعد امتهانه تدريس الرياضيات لمدة ست سنوات أصبح مدرساً خاصاً، مما مكنه من القيام بأبحاثه العلمية في الوقت نفسه.

فسر دالتون عام 1794 داء عمى الألوان، وهو مرض كان هو وأخوه يعانيان منه، وبذلك صك مسمى الدالتونية للمرض لعدة سنوات. بحث دالتون في الغازات والغلاف الجوي ونشر دورية في الأرصاد بداية من عام 1787 وحتى نهاية حياته (شملت الدورية أكثر من 200,000 مشاهدة سجلها دالتون). أدت تجاربه على الغازات إلى اقتراحه عام 1801 قانون الضغط الجزئي (يعرف أحياناً بقانون دالتون) والذي ينص على أن ضغط مزيج من الغازات يساوي مجموع ضغط الغازات المكونة فيها لو احتل كل منها بمفرده الحجم الذي يشغله المزيج.

وضع دالتون نظريته الذرية عام 1803. إفترض دالتون أن العناصر تتكون من جسيمات صغيرة غير قابلة للانقسام (ذرات)، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة (لكن ذرات العناصر المختلفة مختلفة). وبالإضافة إلى ذلك وضع دالتون فرضية عدم استحداث الذرات أو فنائها، وأن ذرات العناصر تتحد مع بعضها بنسب بسيطة لتكون المركبات. استحدث دالتون رموزاً للتعبير عن العناصر المعروفة حينئذ (حوالي 14) وجمعها للتعبير عن المركبات، مثلما نفعل اليوم باستخدام نموذج الكرات والعصي لتوصيف المركبات عند تدريسنا للكيمياء.

بعد عام (1804) وضع دالتون قانون النسب المتضاعفة الذي ينص على أنه عند اتحاد عنصرين لتكوين أكثر من مركب واحد فإن وزن أحد العنصرين الذي يتحد مع وزن ثابت من العنصر الآخر يأخذ نسباً عددية بسيطة. على سبيل المثال، يتحد الهيدروجين مع الأكسجين ليكون نوعين من أكاسيد الهيدروجين، الماء (H_2O) وفوق اكسيد الهيدروجين (H_2O_2). لتكوين الماء يتحد غرامان من الهيدروجين مع 16 غراماً من الأكسجين. وعند

تكون فوق أكسيد الهيدروجين يتحد غرامان من الهيدروجين مع 32 غراماً من الاكسجين. وبذلك فإن النسبة بين الأكسجين المتحد في الحالتين مع وزن الهيدروجين نسبة ثابتة هي 16:32 أو 2:1.

داروِن، تشارلز (1778 - 1829)

انظر المقالة الخاصة: *المجلد 5* ، *الصفحات 44-45*.

ديفي، همفري (1778 - 1829)

همفري ديفي كيميائي إنجليزي أدت أبحاثة الريادية باستخدام التحليل الكهربائي إلى عزل سبعة عناصر كيميائية عن مركباتها. ولد في بنزانس بمقاطعة كورنوول جنوبي غرب إنجلترا لأبٍ إمتهن حفر الخشب. بعد انتهائه من مرحلة التعليم الإبتدائي في بانزانس وترورو إلتحق ديفي ليعمل مساعداً لصيدلي وجراح. بدأ تعليم نفسه الكيمياء عام 1797 على إثر قراءته لكتاب لتعليم الكيمياء ألفه الكيميائي الفرنسي **انتوني لافوازيه** (1743– 94).

أصبح ديفي بعد عام مساعداً في معهد بريستول للأمراض الرئوية حيث عكف على البحث في الخصائص الطبية للغازات. اكتشف عام 1799 الأثر التخديري لغاز أكسيد النيتروجين (غاز الضحك). وبعد سنتين عُين مساعدَ محاضرٍ في المعهد الملكي في لندن وكانت محاضراته غاية في الشعبية.

بدأ ديفي تجاربه في التحليل الكهربائي مستخدماً البطارية الكهربائية التي ابتكرها حينها اليساندو فولتا (1745–1827). حلل ديفي الماء إلى عوامله العنصرية؛ الهيدروجين والأكسجين، كما استخلص عام 1807 الفلزين القلويين الصوديوم والبوتاسيوم من الصودا والبوتاس على التوالي (كان وجود العنصرين معروفاً بيد أنه لم يتمكن أحد من قبل استخلاصهما من مركباتهما). وفي السنة التالية، وباستخدام التحليل الكهربائي أيضاً، تمكن ديفي من استخلاص الباريوم والبورون والكالسيوم والمنغنيز والسترونتشيوم. وفي عام 1813 عين ديفي ***مايكل فارادي*** (1791–1867) مساعدا له.

قدم ديفي اسهامات في مجالات أخرى غير مجال الكيمياء. ففي عام 1808 اخترع مصباح القوس الكهربائي. كما بحث في أسباب الإنفجارات التي تحدث في مناجم الفحم ليتوصل إلى أن المتهم بها هو غاز الميثين (يسميه العاملون في المناجم صلصال النار). لاحظ ديفي أن غاز الميثين لا يشتعل إلا عند درجات حرارة مرتفعة، وأدت ملاحظاته هذه إلى ابتكاره المصباح الأمن عام 1815 لاستخدامه في المناجم. إحتوى المصباح على فوهة مفتوحة للهب محاطة بشبكة رقيقة من الاسلاك المعدنية بهدف امتصاص حرارة اللهب ومنع درجة حرارة المنجم من الإرتفاع إلى درجة حرارة إشتعال الميثين. كما أن المهندس الإنجليزي **جورج ستيفنسون** (1781–1848) إبتكر مصباحاً مشابهاً مما دفع الإثنين إلى الدخول في صراع حول أسبقية الفكرة.

فارادي، مايكل (1791 - 1867)

انظر المقالة الخاصة: *المجلد 5* ، *الصفحات 36-37*.

فولتن، روبرت (1765 - 1815)

روبرت فولتن مهندس أمريكي نال شهرته لأعماله الرائدة في إبتكار وتشييد السفن البخارية. ولد فولتن في مدينة ليتل بريتن في ولاية بنسلفانيا ونال تحصيله العلمي في مدينة لانكستر ثم التحق بتاجر مجوهرات ليعمل مساعداً لديه قبل أن يصبح رساماً لرسم الشخصيات - رغم انه صمم قارباً يدار بدواسات قدم (ركاب) عام 1779 حينما كان عمره 14 سنة فقط. رحل فولتن عام 1787 إلى إنجلترا لمتابعة دراسته في الفنون الجميلة، لكنه حول اهتماماته كلية عام 1893 إلى مجال الهندسة الميكانيكية.

منحت الحكومة البريطانية فولتن عام 1794 براءة إختراع منشار للرخام. إخترع فولتن أيضاً جهازاً لتصنيع الحبال من نبات القنب و آلة لغزل الألياف الكتانية علاوة على ابتكاره جهازاً لرفع وخفض السفن في القنوات المائية (بعد دراسته قناة دوق بردجووتر). ولحاجته إلى توفير آلة بخارية مناسبة لتشغيل كراكة (آلة لتنظيف قيعان القنوات) إخترعها، لجأ إلى المبتكر الإسكتلندي ***جيمس وات*** (1736 - 1819). كما أنه اخترع وسيلة لتصنيع القوالب الحديدية الجاهزة لبناء أجزاء من القنوات الجانبية للقناة الرئيسة.

رحل فولتن عام 1797 إلى باريس وهناك ابتكر غواصة للألغام يتم تشغيلها يدوياً (*النوتيلوس*: حيوان بحري من رأسيات الأرجل؛ 1801). شيد فولتن بدن غواصته من النحاس المكسو بالحديد، وكانت تتسع لأربعة ركاب يمكن لهم البقاء تحت الماء لمدة أربع ساعات. لكن *النوتي* كان بطيئاً للغاية بحيث أنه لم يكن باستطاعته مطاردة السفن البحرية - ولذلك لم يجد فولتن حماساً لاختراعه من قبل البحريتين الإنجليزية والفرنسية - بيد أن الكاتب الفرنسي جول فيرن (1828–1905) تذكرها بعد سبعين عاماً باختياره الاسم لغواصته في روايته في الخيال العلمي *عشرون ألف فرسخ تحت البحر*. وفي عام 1800 فوض نابليون فولتن لتجريب تشييد طوربيد، ولهذا الفرض صنع فولتن قارباً بخارياً صغيراً مخر عباب نهر السين عام 1803، لكنه لم يكن نموذجاً ناجحاً. بلغ طول القارب 66 قدماً (20 م) تشغله آلة بخارية بقدرة ثمانية أحصنة، وأثبتت التجربة أن الآلة البخارية كانت أثقل بكثير مما يمكن لبدن القارب الخفيف تحمله.

عاد فولتن إلى الولايات المتحدة عام 1806 ليتابع محاولاته ويحقق النجاح أخيراً بعد سنة مع تشييده الباخرة *كليرمونت* (في الأصل سميت الباخرة *القارب البخاري نهر الشمال*)، واستغرقت 32 ساعة في رحلتها في نهر هدسون من مدينة نيويورك إلى مدينة الباني. بلغ طول السفينة 146 قدماً (45 م). دعم القارب بمحرك بخاري من نوع بولتن ووات لتشغيل دولابي تجديف، وبلغت سرعتها القصوى خمسة أميال في الساعة (8 كم / ساعة). ورغم أن *كليرمونت* لم تكن أول سفينة بخارية، لكنها كانت قابلة للازدهار على المستوى التجاري. وخلال فترة قصيرة انتشرت 18 سفينة من نماذج سفن وقوارب فولتن تجوب العديد من الأنهار الرئيسة. بدأ فولتن بناء فرقاطة للبحرية الأمريكية بطول 157 قدماً (48 م) وعلى متنها 30 مدفعا (سميت في الأصل ديمو *لوغوس* ثم بدل الاسم إلى فولتن الأول)، لكن التشييد لم يكتمل إلا بعد موت فولتن بالالتهاب الرئوي عام 1815.

هنري، جوزف (1797-1878)

يعتبر جوزف هنري **وبنجامين تومبسون** (1753–1814) من بين أوائل العلماء العظماء في الولايات المتحدة. ولد هنري لعائلة متواضعة في مدينة الباني بولاية نيويورك وشق طريقه حتى التحاقه بالتعليم الجامعي. درس هنري الطب والهندسة في أكاديمية ألباني، وأصبح في عام 1826 أستاذاً للرياضيات والفيزياء في ألباني. إنتقل هنري بعد ست سنوات إلى جامعة برنستون بمنصب أستاذ للفلسفة الطبيعية (كان المتوقع منه في برنستون تدريس مواد الهندسة المعمارية والجيولوجيا وعلم الفلك والكيمياء والرياضيات والفيزياء!).

كانت غالبية اكتشافات هنري في حقل الكهرباء. ففي عام 1829 طور المغناطيس الكهربائي بشكل كبير باستخدامه أسلاكاً معزولة وبذلك تزيد عدد اللفات الملفوفة على المغناطيس - توصل إلى تصنيع مغناطيس كهربائي يمكن لمجاله رفع كتلة وزنها طناً واحداً (0.9 طن متري). وفي العام نفسه شيد محركاً كهربائياً ذا تطبيقات عملية. اكتشف هنري عام 1830 مبدأ الحث الكهرومغناطيسي (ينتج المغناطيس المتحرك تياراً كهربائياً تحريضياً في ملف موضوع على مقربة منه)، لكن ما يجدر ذكره أن العالم الإنجليزي ***مايكل فارادي*** (1791–1867) نشر نتائج اكتشافه للتيار المحرض قبل هذا التاريخ. اكتشف هنري أيضاً مبدأ الحث الذاتي (يكون اتجاه الجهد الكهربائي التحريضي بحيث يعاكس اتجاه التيار المسبب له) .

ابتكر هنري عام 1835 المفتاح أو المبدّل الكهرومغناطيسي، وهو جهاز ذو أهمية كبيرة في تطوير **صاموئيل مورس** (1791–1872) للمبرقة الكهربائية، علاوة على فائدته لآخرين في تطبيقات عدة. عين هنري عام 1846 كأول أمين عام لمعهد سمثسونيان. خلد اسم هنري في نظام الوحدات الدولية للموصلية الكهربائية، إذ يساوي (1) هنري موصلية ملف ينتج فرق جهد كهربائي محرض بقيمة فولت واحد إذا مر فيه تيار شدته أمبير واحد.

هيرتشل، وليام (1738 - 1822)

ولد فريدريك فلهلم هيرتشل في مدينة هانوفر بألمانيا، واستقر في إنجلترا عام 1757 حيث حصل على الجنسية البريطانية وتبنى الشكل الإنجليزي لإسمه الأصلي، وليام هيرتشل. تستند شهرة هيرتشل إلى اكتشافة كوكب أورانوس عام 1781. كانت أخته كارولاين (1750–1848) وإبنه جون (1792–1871) وحفيده ألكساندر (1836–1907)، كانوا جميعهم من الفلكيين المميزين – نالت كارولاين سمعتها العلمية باعتبارها مكتشفة للمذنبات.

درب وليام هيرتشل في صباه ليكون موسيقياً (مهنة والده) وعند بلوغة سن 14 عزف مع فرقة الحرس الهانوفري. إنتقل هيرتشل إلى إنجلترا عام 1755 كعازف متجول ليستقر في نهاية المطاف بمدينة باث عام 1766 عازفاً للأورغ في الكنيسة، وفي هذه المدينة بدأت اهتماماته في الرياضيات وعلم الفلك. التحقت أخته كارولاين به عام 1772. صنع هيرتشل مقاريبه الخاصة بما في ذلك المرايا المعدنية اللازمة لها، ومن بينها المقراب العاكس ذا القطر البالغ 5.5 قدماً (1.7 م) الذي شيده عام 1774.

عين هيرتشل عام 1782 فلكياً في بلاط الملك جورج الثالث براتب بلغ 200 جنيه إسترليني سنوياً. إستخدم هيرتشل راتبه في تشييد مقاريب ذات أقطار أكبر فأكبر. ففي عام 1789 صنع مقراباً عاكساً بطول 39 قدماً (12 م) وبقطر بلغ أربعة أقدام (1.2 م)، (الذي كلف الملك مبالغ إضافية تساوي 4,000 جنيه إسترليني). وبقي المقراب كأكبر مقراب في العالم، على مدى 50 سنة. علاوة على اكتشاف هيرتشل لكوكب أورانوس، اكتشف أيضاً قمرين من أقماره (1786) وقمرين من أقمار كوكب زحل (1789). جمع هيرتشل عام 1782 قائمة بالنجوم الثنائية، كما نشر لاحقاً (خلال الأعوام 1786 ، 1789 ، 1802) ثلاث قوائم تضم 2,000 سديم. برهن هيرتشل عام 1783 على الحركة البطيئة للشمس عبر الفضاء، وكان آخر أعماله نشره عام 1820 قائمة تضم 5,000 سديم جديد.

لامارك، جين – بابتست (1744 - 1829)

جين – بابتست دي مونت شيفالييه دي لامارك عالم طبيعيات فرنسي يذكر بشكل رئيس لطرحه نظرية في التطور كسبت الكثير من الأتباع لكنها تعتبر الآن نظرية خاطئة. ولد في بيزنطه (القسطنطينية) ودرس في الكلية اليسوعية في مدينة أمينز (كانت رغبه والديه أن يصبح قسيساً). ببلوغ لامارك سن التاسعة عشرة التحق بالجيش وحصل على وسام الشجاعة لأدائه خلال حرب السنوات السبع. جرح خلال المعارك فترك الخدمة العسكرية ليدرس الطب في باريس.

غير لامارك تخصصه إلى علم النبات، عام 1778 وعمل عالم الطبيعيات الفرنسي جورج دي بوفو (1707–1788) على نشر كتاب لامارك *الحياة النباتية في فرنسا*، متضمناً آلية للتعرف على نباتات فرنسا. ونتيجة لهذه الدراسة إنتخب لامارك عضواً في الأكاديمية الفرنسية للعلوم.

تقلد لامارك عام 1781 منصب عالم النبات في بلاط الملك لويس السادس عشر، وجال العديد من البلدان في أوروبا بهدف دراسة نباتاتها . التحق عام 1788 بالحدائق الملكية في باريس وبعد خمس سنوات بدل مجال اهتمامه مرة أخرى ليتقلد منصب الأستاذية في علم الحيوان. وفي عام 1794 أصبح المسؤول عن قسم اللافقاريات في متحف التاريخ الطبيعي الحديث الإنشاء. خلال هذه الفترة وضع لامارك قواعد التمييز بين الفقاريات (الحيوانات ذات الهيكل العظمي) واللافقاريات (حيوانات بلا هيكل عظمي) وقسم الأخيرة إلى مجموعات: العنكبوتيات والحشرات والقشريات والشوكيات. لخص لامارك إنجازاته في سبعة مجلدات بعنوان *التاريخ الطبيعي للحيوانات اللافقارية*، الذي نشر ما بين عامي 1815 و 1822 .

كما نشر لامارك كتاباً آخر عام 1809 تحت عنوان *فلسفة علوم الحيوان*، ضمنه الخطوط العامة لنظريته حول التطور، التي عرفت خلال فترة قصيرة باللاماركية. إفترض لامارك، كما فعل *تشارلز داروِن* (1809–1882) من بعده، أن الأنواع ليست «ثابتة» (قابلة للتحول)، لكنها تتغير تدريجياً أو تتطور، وهي نتيجة استخلصها من دراسته للأحافير. لكن السؤال هو: ما هي آلية التطور؟ تشير الفرضية الرابعة في نظرية لامارك في قواعد التطور إلى أن الصفات التي يكتسبها الحيوان خلال فترة حياته تنتقل إلى أنساله. وفي المثال التقليدي لتوضيح الآلية أن الزراف يمتلك عنقاً طويلاً لأن الأجيال المتعاقبة منها دأبت على مد أعناقها للوصول إلى أوراق الأشجار، وبذلك استطالت الأعناق بشكل تدريجي جيلاً بعد آخر. لكن النظرية أصبحت موضع تساؤل بعد نشر داروِن نظريته في التطور باعتبار الانتخاب الطبيعي آلية التطور – الزرافات ذات الأعناق الأطول تمتلك فرصة أفضل للبقاء مقارنة بالزرافات ذات الأعناق القصيرة.

مانتل، جدوين (1790 - 1852)

جدوين ألجرنون مانتل عالم أحافير إنجليزي يعتبر أحد أعظم صائدي وجامعي الأحافير. ولد في مدينة لويس جنوبي إنجلترا لأب يعمل إسكافياً. أصبح مانتل مساعداً لأحد الأطباء وأفتتح عام 1812 عيادته الخاصة. بدأ مانتل هواية جمع الأحافير، التي كانت منتشرة في المستودعات الطباشيرية في المنطقة، ووجدت زوجته عام 1822 سناً ضخماً توصل مانتل بمقارنته مع سن أصغر لسحلية من أمريكا الجنوبية (الأغوانا) إلى تشابههما. وبناءً على ذلك أطلق مانتل *أغوانودون*، التي تعني «سن الأغوانا» على الكائن الأحفوري. وفي عام 1832 استكشف ديناصوراً مدرعاً، *هاليوصور*، وبعد سنتين وجد هيكلاً عظمياً كاملاً لأغوانودون في مدينة كنت جنوبي إنجلترا. إنتقل مانتل عام 1835 إلى مدينة برايتون لكن عيادته فشلت في توفير دخل له مما اضطره إلى بيع مجموعته من الأحافير إلى المتحف البريطاني عام 1838 مقابل مبلغ 4,000 جنيه إسترليني.

الأخوان مونتغولفاير

جوزف مايكل (1740–1810) وجاك إتينيه (1745–99) أخوان فرنسيان ارتبط اسميهما على الدوام بتاريخ أول محاولة لطيران آلة بقيادة إنسان. لم يقم الأخوان بعملية الطيران نفسها، لكنهما شيدا منطاد الهواء الساخن الذي مكن الآخرين بالقيام بذلك .

كان الأخوان يعملان في مجال تصنيع الورق ويديران أعمال العائلة في مدينة أنونيه جنوبي فرنسا. كما أن جوزف كان مولعاً بالعلوم. ويبدو أن جوزف كان على إطلاع على أبحاث رجل الدين الإنجليزي **جوزف بريستلي** (1733–1804) على الغازات وكذلك على معرفة أن **هنري كافندش** (1731–1810) اكتشف عام 1766 الغاز الأخف من الهواء، الهيدروجين. مع ملاحظة الأخوين ارتفاع الأوراق المتفحمة الخفيفة، أو الهباب، مع الدخان فوق النار، وانتهما الفكرة باستخدام الدخان كغاز لمنطاد مصنوع من الحرير. إستخدم الأخوان أسلوب حرق الورق لإنتاج الدخان ولقيا نجاحهما الأول في مثل هذا النموذج في الخامس عشر من نوفمبر عام 1782 .

باستخدام أغطية أسرة من الكتان ألصق الأخوان أوراقاً عليها لتصنيع المنطاد وحالفهما النجاح في أول عرض عام لتجربة الطيران في الخامس من يونيو عام 1783. بلغ قطر المنطاد غير الآهل 30 قدماً (9 م) ووضعت أسفله سلة من القش الرطب المشتعل مربوطة بألياف صوفية. ارتفع المنطاد في الهواء مدة بلغت عشر دقائق. وبلغت حمولة المنطاد 397 رطلاً (180 كجم) للموازنة وحلق إلى ارتفاع في حدود 3,000 قدم (1,000 م) قبل أن يهبط تدريجياً إلى الأرض مع ضمور نيران موقدة. شمل أوائل المسافرين على متن منطاد مونتغولفاير بطة وديك وماعز وذلك في التاسع عشر من سبتمبر عام 1783 عندما وضعوا في سلة يرفعها منطاد يبغ قطره 41 قدماً (12.5 م) واستمر في الطيران مسافة 1.8 ميلاً (3 كم).

بدأت رحلة الطيران من المدينة الملكية فرساي نظراً لولع الملك الجديد لويس السادس عشر بالمسألة. وكذلك كان الأمر مع المؤرخ والعالم الخاص للملك جين – فرانكوس بيلاتر دي روزييه الذي تطوع ليكون الطيار في عدد من تجارب الطيران على متن مناطيد مربوطة بأوتاد إلى الأرض. أختار الأخوان

مونتغولفاير مدينة باريس لتكون محطة إنطلاق أول منطاد حر (غير مقيد إلى الأرض). كان المنطاد – الذي يعرف حالياً بمنطاد مونتغولفاير – أكبر منطاد في ذلك الوقت: على شكل غلاف بيضاوي طوله حوالي 50 قدماً (15 م) ويزن 0.82 طناً (0.75 طن متري). في نوفمبر عام 1783 إرتفع المنطاد في الهواء لمدة 25 دقيقة قطع خلالها 5 أميالٍ ونصف (8.8 كم) عبر باريس.

بعد عشرة أيام من طيران مونتغولفاير قام الفيزيائي الفرنسي جاك تشارلز (1746–1823) بأول طيران في منطادٍ مملوء بالهيدروجين، أقلع تشارلز من باريس وحلق على مدى ساعتين مسافة 27 ميلاً (43 كم). خلال السنوات المئة التالية، أو قرابة ذلك، ظل المنطاد الوسيلة الوحيدة للطيران المأهول. كما أصبحت رياضة الطيران باستخدام مناطيد الهواء الساخن من الرياضات الشعبية في أوروبا وشمال أمريكا خلال القرن العشرين.

مورس، صامويل (1791 - 1872)

صامويل فنلي بريز مورس رسام ومخترع أمريكي وهو أول من ابتكر المبرقة الكهربائية في الولايات المتحدة. كما أن اسمه محفور في شيفرة مورس التي ساعد في إبتكارها. ولد مورس لأبٍ قسيس في مدينة تشارلز تاون بولاية ماساتشوستس، وبعد تخرجه عام 1810 من جامعة ييل عمل في مؤسسة لنشر الكتب في بوسطن. لكنه كان شغوفاً بالرسم ولذلك رحل إلى إنجلترا عام 1811 لدراسة الفنون الجميلة هناك. عاد مورس عام 1815 إلى موطنه ليصبح أحد أكثر رسامي الصور الشخصية شهرة.

حول إهتمامه إلى دراسة الكهرباء عام 1830 بعد لقائه **جوزف هنري** (1797–1878) الذي تعلم منه إمكانية الكشف عن وصول تيار كهربائي عبر سلك باستخدامه كمنغناطيس كهربائي. (المترجم:الأجدر أن يقال إمكانية وصول نبضة أو إشارة كهربائية). عند وصول التيار الكهربائي يسحب المغناطيس غلافاً حديدياً محدثاً «دقة» ملحوظة. صمم مورس على تحويل هذه الظاهرة إلى مبرقة كهربائية.

تقدم مورس عام 1837 بطلب تسجيل براءة اختراعه. وبعد تأخير طويل منحت المحكمة العليا عام 1854 مورس براءة الاختراع. وفي عام 1843 منح الكونغرس الأمريكي مورس مبلغ 30,000 دولار بهدف وضع خط مبرقة بين مدينتي واشنطن العاصمة وبولتيمور اللتان تبعدان مسافة 37 ميلاً (60 كم) عن بعضهما. تم الإنتهاء من تشييد الشبكة خلال عام واحد واستخدم مورس أسلاكاً حديدية معزولة بواسطة زجاج من إنتاج إزرا كورنل (1807–74)، وأرسل مورس أول إشارة عبرها في مايو عام 1844 – كانت الإشارة عبارة عن القول المأثور «ماذا كتب الله». وطوال مدة عمله لم يكن مورس على دراية بالتجارب التي أجريت في إنجلترا على يد وليام كوك (1806– 79) وتشارلز ويتستون (1802– 75) اللذان سجلا براءة إختراع مبرقة ذات أسلاك ستة وخمس إبر في عام 1837.

تعتبر شيفرة (أو ترميز) مورس من أساسيات نجاح المبرقة. وتتكون الشيفرة من مجموعة من النبضات الكهربائية القصيرة والطويلة («النقطة» و«الشرطة») التي ترمز إلى أحرف الأبجدية. قام بوضع النسخة النهائية للشيفرة مساعد مورس (وممولة) ألفريد فيل (1807–59) والذي يقال انه إستشار دار طباعة إحدى الصحف لمعرفة الحروف الأكثر استخداماً في اللغة الإنجليزية. وضع فيل أصغر الرموز للدلالة على الحروف الأكثر شيوعاً. على سبيل المثال يقابل الحرف E نقطة واحدة (•)، وحرف A نقطة وشرطة (– •) وحرف I نقطتان (••) وحرف S ثلاث نقاط (•••). واشتهر ترميز حرفين على الأقل على المستوى العالمي: الرموز المعبرة عن حروف اسم مركز الكوارث الدولي SOS ويقابلها في شيفرة (••• – – – •••).

أولبيرس، هنريخ (1758 - 1840)

هنريخ فلهلم ماثيوس أولبيرس طبيب وفلكي هاوٍ ألماني. ولد لأبٍ من القساوسة اللوثريين في مدينة بريمن. بعد إنهاء دراسته الطب في كل من غوتنجن وفيينا إفتتح عيادته الخاصة في مدينة بريمن عام 1781. كانت أولى إسهاماته الفلكية المميزة استنباطه طريقة جديدة لحساب مدارات المذنبات عام 1779. اكتشف أولبيرس كويكب بالاس عام 1802، وهو ثاني كويكب يكتشف بعد رصد الفلكي الإيطالي جيوسيبي بيازي (1746–1826) كويكب سيريز قبل ذلك بعامين. وفي عام 1807 رصد أولبيرس الكويكب الرابع فستا. أما الكويكب الذي رصده عام 1815 فتمت تسميته على اسمه.

جلب أولبيرس إنتباه الفلكيين عام 1826 من خلال تقديمه مايعرف بمفارقة أولبيرس، وذلك على الرغم من أن فلكيين آخرين، من أمثال **إدموند هيلي** (1656–1742)، اطروا المسألة قبله. تطرح المفارقة السؤال التالي: إذا كان الكون ممتلئاً بالنجوم المشعة، فلماذا تكون السماء معتمة خلال الليل؟ من الإجابات على هذا التساؤل أن عمر الكون لا يتعدى 15 بليون سنة وبذلك فإن غالبية الضوء الصادر عن النجوم لم يصلنا بعد. علاوة على ذلك يعاني الضوء القادم من المجرات البعيدة إزاحة نحو اللون الأحمر من الطيف، مما ينتج عنه نقصاناً في طاقة الضوء الذي يصل إلى الأرض. من جانبه إقترح أولبيرس فكرة أن الغبار الكوني في الفضاء يمتص غالبية الضوء، بيد أن علم الفلك الحديث يرفض هذه الفكرة.

ستيفنسون، جورج (1781 - 1848)

جورج ستيفنسون مهندس سكك حديد إنجليزي كان من رواد إستخدام القاطرات البخارية. ولد قرب مدينة نيوكاسل شمالي شرق إنجلترا، وببلوغه سن التاسعة عشرة إتبع خطوات أبيه بالعمل مسؤولاً عن فرن آلة البخار في مناجم الفحم. التحق ستيفنسون بالمدارس الليلية لتعلم القراءة والكتابة. بحلول عام 1804 تقلد ستيفنسون منصب رئيس الميكانيكيين في شركة كلنغوورث وست مور كوليياري، وفي هذه الشركة توصل بعد عشر سنوات إلى تشييد أولى قاطراته البخارية، *بلوتشر*. صمم ستيفنسون عجلات القاطرة بحواف بارزة على قضبان السكة الحديدية واستخدمت لسحب عربات الفحم الخارجة من المناجم وبلغت سرعتها 4 أميال في الساعة (6 كم / ساعة). إبتكر ستيفنسون بعد سنة نافث البخار، وهو إداة لدفع البخار المستنفذ من خلال أنبوب علوي ضيق ليطلق عبر المدخنة. أدى استخدام أنبوب العادم إلى زيادة تيار الهواء في الموقد وبالتالي تحسين كفاءة مرجل القاطرة.

ابتكر ستيفنسون عام 1816 مصباحاً آمناً لاستخدامه في المناجم وأطلق عليه محلياً مسمى جيوردي (اسم شهرة عرف به شخص في نيوكاسل). حصل ستيفنسون على دعم حكومي لاختراعه بمبلغ 1,000 جنيه إسترليني مما أدخله في نزاع مع **همفري ديفي** (1778–1829) الذي ابتكر مصباحاً مشابهاً في العام نفسه.

عين ستيفنسون عام 1821 مهندساً لمشروع إنشاء سكة حديد تربط بين مناجم أوكلاند بمدينة ستوكتون ونهر التيمز بمدينة دارلنغتون. عند إفتتاح سكة حديد ستوكتون ودارلنغتون عام 1825 سحبت أولى العربات قاطرة سميت عن جدارة *لوكوموشن* (المحرك أو النقال).

شيد ستيفنسون قاطرات أخرى في مصنعه الجديد بمدينة نيوكاسل الذي أصبح عام 1827 تحت إدارة إبنه روبرت ستيفنسون (1803–59). بالإضافة إلى ما سبق شيد جورج ستيفنسون أول قطار للركاب في العالم، سكة حديد ليفربول ومانتشستر (دشنت عام 1830). إستمر ستيفنسون يعمل مستشاراً لشركات سكك الحديد في بريطانيا وفي الخارج وعمل غالباً مع إبنه روبرت الذي تقلد منصب رئيس المهندسين. وعلى سبيل المثال، عمل الرجلان معاً في إنجاز مشروع أول قطار إلى لندن، سكة حديد بيرمنغهام ولندن، التي يبلغ طولها 112 ميلاً (180 كم) ودشنت عام 1838.

تومبسون، بنجامن (1753 - 1814)

بنجامن تومبسون ، ويعرف أحيانا بلقبه الباڤاري غراف (كونت) فون رومفورد، عالم ورجل دولة إنجليزي أمريكي المولد وهو أول من توصل إلى العلاقة بين الحرارة والشغل الميكانيكي. ولد تومبسون لأبٍ مزارع في مدينة ويبورن في ولاية ماساتشوستس. عمل لفترة مساعداً لأحد التجار في مدينة سيلم ثم إنتقل إلى بوسطن.

بعد زواج تومبسون من أرملة ثرية عام 1772 إنتقل

إلى مدينة رومفورد (كونكورد حاليا) في ولاية نيوهامبشاير وبدأ دراسة الطب والعلوم في أوقات فراغه. مع إندلاع حرب الثورة الأمريكية (حرب الاستقلال) إنحاز تومبسون إلى صفوف الإنجليز، وعلى إثر ذلك غادر إلى إنجلترا عام 1776 تاركاً وراءه زوجته وإبنته. عين تومبسون وكيلاً لوزارة المستعمرات البريطانية وعاد إلى الولايات المتحدة عام 1782 بمنصب عقيد.

بعد إنتهاء الصراع الأمريكي إنتقل تومبسون عام 1784 إلى مقاطعة بافاريا في ألمانيا، ليدخل الخدمة العامة مرة أخرى. أسس تومبسون معهداً عسكرياً وأعاد تنظيم السلاح البافاري، كما جفف أراضي المستنقعات حول مدينة مانهايم، علاوة على إدخاله زراعة البطاطس في ألمانيا. تقديراً لأعماله منح عام 1791 لقب كونت الإمبراطورية الرومانية المقدسة، أخذ لقب اسمه من المدينة التي عاش فيها في الولايات المتحدة (رمفورد). بلغته الأنباء بوفاة زوجته عام 1792.

خلال وجود تومبسون في بافاريا عام 1798 كمدير لترسانة أسلحة ميونخ، أدت مراقبته لخارطي مواسير المدافع إلى ملاحظته حاجة العمال إلى رش المياه الباردة نظراً لارتفاع درجة حرارة المواسير أثناء عملية الخراطة. فسر تومبسون الأمر بأن الشغل الذي يبذله العمال يتحول إلى طاقة حرارية، بل وقام أيضاً بحساب كمية الطاقة الحرارية الناتجة عن بذل كمية من الشغل (قاس كمية الحرارة بقياس الوقت اللازم لرفع درجة حرارة كمية من الماء إلى درجة الغليان).

بعودة تومبسون إلى لندن بدأت مرحلة الابتكارات لديه. ابتكر موقداً للطبخ ومصباحاً زيتياً وفوتومتر الظل (جهاز لقياس كمية الضوء أو السطوع). كما استحدث تومبسون وحدة الشمعة للتعبير عن شدة سطوع الضوء، وبقيت هذه الوحدة ضمن النظام الدولي للوحدات حتى الخمسينيات من القرن العشرين. في عام 1799 لعب تومبسون دوراً فعالاً في تأسيس المعهد الملكي، الذي عمل فيه **همفري ديفي** (1778–1829) محاضرا. إنتقل تومبسون إلى باريس عام 1804 وتزوج هناك من أرملة الكيميائي الفرنسي **انتوني لافوازيه** (1743–94) الذي أعدم خلال الثورة الفرنسية، لكن الزيجة لم تدم أكثر من أربع سنوات. إستمر تومبسون في تجاربه على طبيعة الحرارة وآثارها وقضى بقية حياته في مسكن الزوج السابق لمطلقته في فرنسا.

ترفثك، ريتشارد (1771 - 1833)

ريتشارد ترفثك مهندس إنجليزي ومن رواد الذين عملوا على استخدام الآلة البخارية لتوفير الطاقة للعربات. ولد في ألوغان في مقاطعة كورنوول جنوبي غرب إنجلترا لأبٍ يعمل مديراً لمنجم قصدير في المدينة تُستخدم فيه آلة بخارية من صنع **توماس نيوكومون** (1663–1729).

وطد ترفثك علاقته وهو في سن الصبا مع المهندسين العاملين في المنجم وأيقن من وجود حاجة ماسة إلى تطوير كفاءة الآلات البخارية التي كانوا يستخدمونها، بشكل رئيس لسحب المياه من غور المناجم. مع إنتهاء فترة صلاحية براءة اختراع ***جيمس وات*** (1736–1819) لآلته البخارية عام 1800 شيد ترفثك آلة بخارية بضغط عال وبدون وجود مكثف وذات فعل مزدوج لاستخدامها في المنجم المحلي. خلال خمس سنوات أنتج ترفثك 50 آلة تستخدم «البخار القوي» (بخار ذا ضغط عال) والتي وجدت لها مكاناً في مطاحن الذرة ومطاحن السكر ومصانع الحديد، بالإضافة إلى استخدامها في عمليات الضخ في المناجم. وفي ديسمبر عام 1801 بنى ترفثك عربة تسير على الطرقات بقوة البخار (التي سماها قاطرة) ، وهي أول عربة بخارية لحمل الركاب. كما قدم عرضاً لثاني عربة شيدها في لندن مما دفع العالمين المعاصرين له **همفري ديفي** (1778–1829) **وبنجامن تومبسون** (1753–1814) إلى حثه لتسجيل براءة اختراعه.

استخدم ترفثك آلته ذات الضغط العالي في تسيير قاطرة سكة حديد عام 1803، وحقق نجاحاً بسيرها على طريق مخصص للعربات التي تجرها الجياد في مقر شركة بن – واي داريـن لصناعة الحديد جنوبي ويلز، لكن التجربة فشلت بشكل عام لتهشم سكة الحديد تحت تأثير الجهد الذي طبقته القاطرة عليها. بعد سنة أنتج نموذجاً جديداً لقاطرته بناءً على طلب من إدارة منجم للفحم في شمالي شرق إنجلترا. كما شيد ترفثك قاطرة في لندن عام 1808 تسير على سكة حديد دائرية باعتبارها لعبة يدفع ركابها رسوماً لركوبها أسماها *اقبض عليّ إن استطعت*. لكن المغامرة لم تكن ناجحة تجارياً. ورغم هذه الإخفاقات برهن ترفثك على التطبيق العملي لاستخدام العجلات الحديدية الملساء على سكة حديدية ملساء أيضاً.

شيد ترفثك أيضا آلة بخارية لدرس الحبوب وكراكة بخارية، لكنه أفلس عام 1811 بعد حدوث نوبة وباء التيفوس التي منعته من العمل. رحل ترفثك عام 1816 إلى بيرو حيث يمكن لآلته ذات الضغط العالي العمل في مناجم الفضة الواقعة على قمم المرتفعات هناك (على هذه الإرتفاعات تتعدم كفاءة الآلآت ذات الضغط المنخفض). لكن إقدام الثوار هناك على تدمير آلات المنجم خلال حرب الاستقلال دفعته إلى الهروب إلى كوستاريكا وقام هناك بإجراء مسح للأرض بحثاً عن طريق مناسب لتشييد سكة حديد يربط من خلالها المحيط الأطلسي بالمحيط الهادئ. عاد ترفثك إلى وطنه مفلساً عام 1827 ومات وحيداً.

جيمس وات (1736-1819)

انظر المقالة الخاصة : المجلد الخامس ، الصفحات 8-9.

ويتني، إيلي (1765 - 1825)

إيلي ويتني مهندس متشعب المواهب يُذكر بشكلٍ رئيس لاختراعه المحلج الآلي للقطن. وتدليلاً على تعدد قدراته نذكر على سبيل المثال استحداثه أسلوباً جديداً لتصنيع المسكيت (بندقية قديمة الطراز) يعتمد على تصنيع قطع متماثلة لأجزائه يمكن تجميعها. ونتيجة لذلك مهَّد إيتني الطريق أمام الإنتاج التجاري باستخدام طريقة خط الإنتاج .

بعد تخرجه من كلية ييل (كما كانت تسمى) عام 1792 حاصلاً على درجة في الهندسة، ذهب ويتني إلى مدينة سافانا بولاية جورجيا حيث تعلم هناك أساليب تنظيف القطن. استقر في سافانا بمزرعة للقطن تملكها أرملة الجنرال ناثانيال غرين (1742–86)، وهناك شكل فريقاً مع مدير المزرعة فنييس ميللر. تعاون الرجلان على تصنيع أول محلج آلي للقطن، وهو آلة لنزع بذور القطن عن أليافه. يستند عمل المحلج على وجود خطافات من الأسلاك مثبتة داخل أسطوانة قابلة للدوران وتكشط الخطافات في حركتها مجموعة من الشقوق الخشبية، وبذلك تسحب ألياف القطن وتنزع البذور عنها وتقوم أسطوانة أخرى ذات ريش تدور في الإتجاه المعاكس بسحب ألياف القطن من الخطافات.

كانت فكرة المحلج بسيطة للغاية وقابلة للنسخ بسهولة. ولذلك لم توفر براءة الاختراع حماية كافية للمخترعين ضد القرصنة الفكرية. ولذلك أصبح في كل مزرعة خلال فترة قصيرة محلجها الخاص ليزيد إنتاجها وأرباحها، لكن أصحاب المزارع لم يشاركوا ويتني وميللر أرباحهم فأفلس الرجلان عام 1797 (قامت أربع ولايات بعد سنوات عدة بتعويض المخترعين مبلغ 90,000 دولار أمريكي). (يسمى المحلج في اللغة الإنجليزية جن، ويحتمل أن المفردة مشتقة من مفردة *إنجني* الفرنسية والتي تعني الآلة).

لكن ويتني لم يبق عاطلاً عن العمل. ففي عام 1797 فاوض الحكومة للحصول على عقدٍ لتوفير 10,000 قطعة مسكيت للجيش. إشترط العقد توفير السلاح خلال سنتين، وكان متوسط إنتاج السلاح أيامها حوالي 250 قطعة سنوياً فقط ، ولذلك بدأ ضمان التوفير مغامرة هائلة. لكن ويتني صمم الهزازات والقوالب وآلات خاصة لتصنيع المعادن بهدف إنتاج أجزاء متماثلة قابلة للتجميع والتبديل. ونتيجة لذلك إنتفت الحاجة إلى العمالة الماهرة لتجميع قطع السلاح. أسس ويتني مصنعاً للبنادق على مقربة من مدينة نيوهيفن بولاية كونتكيكت، في موقع أصبح يعرف باسم ويتنيغل.

حصل ويتني على عقدٍ ثانٍ من الحكومة عام 1818 ليفوز في نهاية المطاف بثروة طائلة، وذلك من خلال استحداثه طريقة ثورية في التصنيع حسنها فيما بعد **صامويل كولت** (1814–62) ووصل بها **هنري فورد** (1863–1947) في مرحلة ثالثة حد الكمال.

معجم المصطلحات GLOSSARY

اختصارات

ولد: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ ولادته).

حوالي: (السنة التي ولد أو توفي فيها الشخص تقديرياً).

توفي: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ وفاته).

تاريخ بين حاضنتين يتبعه خط (-): مثلاً بل غيتس 1955 - ، يعني أن الشخص مازال حياً عند كتابة هذا المؤلف.

اشتهر: (لشخص لا يعرف تاريخ ولادته أو وفاته)

مقياس درجة الحرارة المطلقة Absolute Temperature scale
مقياس درجة الحرارة صفره هو الصفر المطلق. يسمى أيضاً مقياس كلفن.

صفر مطلق Absolute Zero
أدنى درجة حرارة يمكن الوصول إليها (تساوي 273- °C / 459.4- °F).

حمض أميني Amino Acids
صنف من أصناف المركبات الكيميائية. تتكون بروتينات جميع الكائنات الحية من حوالي 20 حمض أميني.

مضاد جسم Antibody
بروتين دفاعي تنتجه الخلايا البيضاء في الجسم لمقاومة البروتينات الدخيلة (أنتيجينات أو مصدد الحسد)، من الأنتجينات الشائعة تلك التي تحملها الفيروسات والبكتيريا وتوالجهما.

تخصيب (تلقيح) اصطناعي Artificial Insemination
طريقة تلقيح البويضة بغير الاتصال الجنسي المعتاد لحدوث الحمل. يدخل أنبوب دقيق خلال عنق الرحم إلى الرحم لتزرع عينة من الحيوانات المنوية في الداخل مباشرة.

لابؤرية Astigmatism
حالة اعتلال في العين تكون فيها القرنية أو العدسة (أو كلاهما) غير منتظمي التكور مما يؤدي إلى ضبابية في الرؤية.

ذرة Atom
أصغر جزء يمكن تجزئة المادة إليه مع احتفاظه بهويته الكيميائية.

نواة الذرة Atomic Nucleus
راجع ذرة (نواة).

عدد ذري Atomic Number
عدد البروتونات في الذرة. رتبت العناصر في الجدول الدوري بتسلسل أعدادها الذرية

وزن ذري (الكتلة الذرية النسبية) Atomic Weight
كتلة ذرة عنصر بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون -12.

مركب كيميائي Compound, Chemical
مادة مكونة من ذرات أكثر من عنصر واحد، مثلاً الماء H_2O.

موصل Conductor
مادة تسمح بمرور التيار الكهربائي أو الحرارة أو الصوت عبرها.

مستوى الإحداثيات Coordinate Plane
المستوى المحدد بخطين متعامدين (المحوران السيني والصادي)، يتلاقى المحوران في نقطة أصل الإحداثيات، يعبر عن كل نقطة في المستوى بزوج من الإحداثيات المرتبة.

كثافة Density
مقياس لمدى تماسك المادة وتعرف بكتلة المادة لوحدة الحجوم ووحدتها الباوند لكل قدم مكعب أو الكيلوغرام لكل متر مكعب.

حيود Diffraction
انتشار الموجات (الضوء مثلاً) عند عبورها ثقباً صغيراً أو عند انعكاسها من على سطح شبكة رقيقة.

شحنة كهربائية Electric Charge
خاصية لبعض الجسيمات تحت الذرية تؤدي إلى التفاعل فيما بينها. تحمل الإلكترونات شحنة سالبة بينما تحمل البروتونات شحنة موجبة.

تيار كهربائي Electric Current
ظاهرة سريان الإلكترونات خلال المواد الموصلة.

فيض (دفق) كهربائي Electric Flux
حاصل ضرب مسقط مساحة في مجال كهربائي على اتجاه متعامد مع اتجاه المجال الكهربائي.

كهرباء Electricity
مصطلح عام يشير إلى كل ظاهرة تسببها قوة الجذب أو التنافر الكهربائيين وكذلك سريان الجسيمات المشحونة.

إلكترود (مهبط) Electrode
قطب الدارة الكهربائية التي تدخل الإلكترونات أو تخرج عنده.

إلكتروديناميكا (متحركة) Electrodynamics
تأثير المجال الكهرومغناطيسي على سلوك الجسيمات المشحونة. (راجع كهرومغناطيسية وكذلك الشحنة الكهربائية)

كهرومغناطيسية (كهروطيسية) Electromagnetism
ظاهرة نشوء المجال المغناطيسي نتيجة مرور التيار الكهربائي (إلكترونات) في سلك. (المترجم: التعريف الأدق هو، ظاهرة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية بسبب تغيرات الفيضين المغناطيسي والكهربائي)

إلكترون Electron
جسيم تحت ذري سالب الشحنة.

كهروستاتيكية (ساكنة) Electrostatics
دراسة الظاهرات المرتبطة مع الجسيمات المشحونة الساكنة. (راجع الشحنة الكهربائية)

عنصر Element
المادة التي لا يمكن تقسيمها كيميائياً إلى أجزاء أبسط.

وزن مكافئ Equivalent Weight
كتلة عنصر أو مركب كيميائي يمكنه الاتحاد مع (أو انتزاع) غرام واحد من الهيدروجين (أو ثمانية غرامات من الأوكسجين)

أحافير Fossils
بقايا حيوانات ونباتات فترة ما قبل التاريخ المحفوظة في المواد الطبيعية من مثل الصخور الرسوبية والطين والعنبر والفحم.

جيولوجيا Geology
مجموعة العلوم التي تُعنى بدراسة الأرض بما في ذلك تركيبها وتاريخها طويل الأمد ومكوناتها وأصلها.

جاذبية Gravity
إحدى القوى الطبيعية الأساسية وتظهر بتجاذب الكتل في الكون بأسره مع بعضها. تدور كواكب المجموعة الشمسية في أفلاكها نتيجة لقوة جذب الشمس لها، كما أن سبب بقاء مدة النجوم مترابطة يعود أيضاً إلى قوة الجاذبية.

ناعورية (هيموفيليا) Hemophilia
إختلال وراثي يؤدي إلى عدم تجلط الدم عند الإصابة بجروح.

نظير Isotope
ذرات عنصر كيميائي لها العدد الذري نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات في نوياتها، وبذلك تختلف في كتلها الذرية النسبية. (المترجم: عناصر تتفق في خواصها الكيميائية وتختلف في خواصها الفيزيائية)

ضوء Light
شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي في النطاق الطيفي الذي تتحسسه عين الإنسان. يمتلك الضوء خاصيتي الجسيمات والموجات، ويسمى جسيم (أو كم) الضوء الأساسي الفوتون.

سنة ضوئية Light-Year
وحدة مسافة تستخدم في علم الفلك وتساوي المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة واحدة (حوالي 5.6 مليون مليون ميل / 9 مليون مليون كيلومتر)

مغناطيسية Magnetism
الظاهرات المتعلقة بالمجال المغناطيسي الذي ينشأ عن حركة الشحنات الكهربائية (التيار).

كتلة Mass
كمية المادة التي يحتويها جسمٌ ما، أو مقياس لمدى مقاومة الجسم للتعجيل عند تطبيق قوة عليه.

ميكانيكا Mechanics
فرع الفيزياء المعني بدراسة القوى والمادة.

شهاب Meteor
شرارة لامعة تظهر في السماء ليلاً عند دخول نيزك في الغلاف الجوي للأرض واحتراقه. (راجع نيزك)

نيزك Meteorite
قطعة صخرية مصدرها الفضاء الخارجي وتدخل الغلاف الجوي للأرض لترتطم بسطحها.

جزيء Molecule
اتحاد ذرتين على الأقل لتكوين أصغر وحدة من عنصر أو مركب كيميائي.

سديم Nebula
سحابة من الغبار والغازات في الفضاء والتي يمكن للناظر من الأرض رؤيتها لأنها تبث الإشعاع أو تعكس إشعاع النجوم الساقط عليها أو تمتصه.

نيوترون Neutron
أحدى ثلاثة جسيمات تحت ذرية رئيسة. النيوترون متعادل كهربائياً ويوجد في نوى جميع العناصر باستثناء الهيدروجين (العدي).

إنصهار نووي Nuclear Fusion
عملية دمج نواتين أو أكثر من نوى العناصر لتنتج عنصراً أثقل.

نواة (الذرة) Nucleus, Atomic
الجزء المركزي موجب الشحنة ذو الكثافة العالية من الذرة.

ضوء مستقطب Polarized Light
الضوء الذي تتخذ في اهتزازات المجال الكهربائي إتجاهاً واحداً. في الضوء العادي، غير المستقطب، يهتز المجالان الكهربائي والمغناطيسي في جميع الاتجهات العمودية على اتجاه الانتشار الموجي. (راجع كهرومغناطيسية)

ضغط Pressure
القوة المطبقة على جسم لكل وحدة مساحة ويقاس بعدة وحدات من بينها الضغط الجوي والبار وكذلك الباسكال.

بروتون Proton
جسيم تحت ذري موجب الشحنة موجود في نوى الذرات. (راجع نواة الذرة)

مقاومة (كهربائية) Resistance
مقاومة الموصلات لسريان التيار الكهربائي خلالها.

صخور رسوبية Sedimentary Rock
صخور تتكون من مواد عضوية أو الأملاح المعدنية تطمر على شكل طبقات بواسطة الجليد أو المياه أو الرياح.

طيف الذرة Sepctrum, Atomic
خطوط الطيف ذات الألوان المميزة لكل عنصر أو مركب الصادر منه الإشعاع.

مطياف Spectroscope
الآلة التي تقوم بتفريق الإشعاع (مثل الضوء) إلى عوامله بحسب طول موجة كل إشعاع، وبذلك يمكن رؤية هذه العوامل.

نجم Star
جرم سماوي مضيئ بذاته نتيجة إطلاقه الطاقة من لبه حيث تتم التفاعلات النووية الإنصهارية (الإنصهارية).

جسيم تحت ذري Subatomic Particle
أي جسيم أصغر من الذرة المفردة.

تصنيف (علم) Taxonomy
فرع في العلوم الحيوية يهتم بتصنيف الكائنات الحية ضمن مجموعات اعتماداً على أوجه التشابه في تركيبها وأصلها علاوة على خصائصها الأخرى.

ثرموستات (ضابط حراري) Thermostat
أداة تقوم بالتحكم آلياً في درجة الحرارة، من مثل تثبيت درجة حرارة منبع تسخين.

حساب مثلثات Trigonometry
فرع الرياضيات الذي يعنى بدراسة الزوايا والمثلثات والدوال الجيبية من مثل الجيب (الزاوية) وجيب تمامها وظلها.

فوق بنفسجي (ضوء) Ultraviolet Light
إشعاع كهرومغناطيسي غير مرئي لعين الإنسان، لكن يمكن الكشف عنه بالألواح أو الأفلام الفوتوغرافية (تصوير ضوئي). كما يمكن دراستها من خلال أثرها في فلورة بعض المواد (راجع كهرومغناطيسية)

حمض البوليك Uric Acid
مادة موجودة في البول وتتكون من مخلفات بيتروجينية

لقاح Vaccine
مستحضر يحتوي على فيروسات أو جسيمات مجهرية أخرى يأخذها الكائن الحي (عادة بالحقن) لتحفيز إنتاج مضادات الأجسام وتعزيز مقاومة الجسم ضد الأمراض المعدية.

فيروس Virus
كائن طفيلي صغير للغاية يمكنه التكاثر فقط داخل الخلايا الحية للكائن المضيف.

فولتية (فرق جهد) Voltage
فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين. تقاس بوحدة الفولت. (راجع كهرباء)

SET INDEX

المسرد

A bold number shows the volume and is followed by the relevant page numbers (e.g., 1:11, 36). Page numbers underlined (e.g. 7:24–5) indicate the main entries for that topic. Italic page numbers (e.g., 2:*21*) refer to illustrations and their captions. Page numbers followed by an asterisk (e.g. 3:50*) refer to entries listed in the Key People pages.

Further Reading

قراءات إضافية

عامـة
General

Allaby, M., and D. Gjersten, *Makers of Science*, .Oxford University Press, 2002

Asimov, A., *Asimov's Biographical Encyclopedia of .Science and Technology*, Avon Books, 1972

Boorstin, D. J., *The Discoverers*, Random House, .1983

Boyles, D., *The Tyranny of Numbers*, .HarperCollins, 2000

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of .Science*, Simon and Schuster, 1988

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of .Technology*, Simon and Schuster, 1993

Carey, J. (ed.), *The Faber Book of Science*, Faber .and Faber, 1995

Crystal, D. (ed.), *The Cambridge Biographical .Dictionary*, Cambridge University Press, 2000

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Scientists*, Oxford .University Press, 1999

Day, L., and I. McNeil (eds.), *Biographical Dictionary of the History of Technology*, Routledge, .1998

.Diamond, J., *Guns, Germs and Steel*, Vintage, 1998

The Dictionary of National Biography, Oxford .University Press, 1982

Dyson, J., and R. Uhlig (ed.), *A History of Great .Inventions*, Robinson, 2002

le Fanu, J., *The Rise and Fall of Modern Medicine*, .Little, Brown and Company, 1999

Giscard d'Estaing, V-A., *The Book of Inventions and Discoveries*, Macdonald Queen Anne Press, .1990

.Gribbin, J., *Science, A History*, BCA, 2002

.Harrison, I., *The Book of Inventions*, Cassell, 2004

Hoskin, M. (ed.), *The Cambridge Concise History .of Astronomy*, Cambridge University Press, 1999

The Hutchinson Dictionary of Scientific Biography, .Helicon, 2000

The Inventions that Changed the World, Reader's .Digest, 1982

.McLeish, J., *Number*, Bloomsbury, 1991

Margotta, R., *The History of Medicine*, Octopus, .1996

Meadows, J., *The Great Scientists*, Oxford .University Press, 1997

Messadié, G., *Great Inventions through History*, .Chambers, 1991

Millar, D., et al., *The Cambridge Dictionary of .Scientists*, Cambridge University Press, 1996

Muir, H. (ed.), *Larousse Dictionary of Scientists*, .Larousse, 1994

Parry, M. (ed.), *Chambers Biographical Dictionary*, .Chambers, 1997

Philip's Astronomy Encyclopedia, George Philip .Limited, 2002

Philip's Science & Technology Encyclopedia, George .Philip Limited, 1998

Philip's Science & Technology People, Dates & .Events, George Philip Limited, 1999

Porter, R., *The Greatest Benefit to Mankind*, .HarperCollins, 1997

Silver, B. L., *The Ascent of Science*, Oxford .University Press, 1998

.Tallack, P (ed.), *The Science Book*, Cassell, 2001

.Trefil, J., *Cassell's Laws of Nature*, Cassell, 2002

Waller, J., *Fabulous Science*, Oxford University .Press, 2002

Webster's Biographical Dictionary, G. & C. .Merriam, 1971

.*What Happened When?*, HarperCollins, 1994

Whitfield, P., *Landmarks in Western Science*, The .British Library, 1999

Williams, T. I. (ed.), *A Biographical Dictionary of .Scientists*, Adam & Charles Black, 1974

Williams, T. I., *A History of Invention*, Time .Warner Books, 2003

خاصة بهذا المجلد
Specific to this Volume

Benton, M. J., *When Life Nearly Died*, Thames & Hudson, 2003

Brockman, J. (ed.), *The Greatest Inventions of the .Past 2,000 Years*, Weidenfeld & Nicolson, 2000

.Burton, A., *Thomas Telford*, Aurum Press, 1999

Cadbury, D., *The Dinosaur Hunters*, Fourth Estate, .2000

Chambers, P., *Bones of Contention*, John Murray, .2002

Day, P., *The Philosopher's Tree*, Institute of Physics .Publishing, 1999

Emsley, J., *The Shocking History of Phosphorus*, .Macmillan, 2000

Morus, I. R., *Michael Faraday and the Electrical .Century*, Icon Books Ltd, 2004

Osborne, R.,*The Floating Egg*, Jonathan Cape, .1998

Peterson, H. L., *The Book of the Gun*, Paul .Hamlyn, 1962

Vaughan, A., *Isambard Kingdom Brunel*, John .Murray, 1997

Woodman, R., *The History of the Ship*, Conway .Maritime Press, 1997

مراجع للمصطلحات
Terminology Reference

Clark, J. O. E., and S. Stiegler (eds.), *The Facts on File Dictionary of Earth Science*, Checkmark Books, .2000

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Chemistry*, .Oxford University Press, 2000

Daintith J., and J. Clark (eds.), *The Facts on File .Dictionary of Mathematics*, Facts on File, 1999

Darton, M., and J. Clark, *The Macmillan .Dictionary of Measurement*, Macmillan, 1994

Illingworth, V. (ed.), *Collins Dictionary of .Astronomy*, HarperCollins, 1994

Waites, G., *The Cassell Dictionary of Biology*, .Cassell, 1999

Useful Web Sites

مواقع مفيدة على الويب (الشبكة العنكبوتية)

http://www.atomicmuseum.com/
Web site of the National Atomic Museum (soon to be renamed the National Museum of Nuclear Science and History), Albuquerque, New Mexico.

http://www.howstuffworks.com
A comprehensive Web site that gives detailed explanations of how everything around us actually works.

http://www.mhs.ox.ac.uk/
Web site of Oxford University's Museum of the History of Science.

/http://www.nasa.gov

Official Web site of the National Aeronautics and Space Administration (NASA) with links to learning resources and information for students, and full details of all missions.

http://www.nasm.si.edu/
Web site of the Smithsonian National Air and Space Museum, Washington, D.C.

http://www.nscdiscovery.org/
Web site of the National Science Center, Augusta, Georgia.

http://nobelprize.org/
Official Web site of the internatonal Nobel Prize awards given annually since 1901 for achievements in physics, chemistry, medicine, literature, and for peace. Click on "list of all prizewinners" and then on individual links to read about award winning achievements.

http://www.psigate.ac.uk/
Physical Sciences Information Gateway provides access to Web resources in the physical sciences, including astronomy, chemistry, earth sciences, materials sciences, physics, and general science.

http://whyfiles.org/
University of Wisconsin Web site that explains the science behind the news.

عزيزي القارئ للحصول على نسخة من أي كتاب من قائمة الكتب

يرجى مراسلة المؤسسة على العنوان التالي:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي - برنامج نشر المعرفة العلمية والتكنولوجية

ص.ب 25263 - الصفاة

13113 الكويت

ت: 22278100

فاكس: 22278151

E-mail: author@kfas.org.kw

www.kfas.org

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المؤسسة في سطور

- أنشئت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (مؤسسة خاصة ذات نفع عام) بموجب مرسوم أميري صدر في 21 ذي الحجة 1396 هـ الموافق 12 ديسمبر 1976م.
- يدير المؤسسة مجلس إدارة يرأسه حضرة صاحب السمو أمير البلاد (حفظه الله) ويضم ستة أعضاء آخرين.
- تعتبر المؤسسة من بين هيئات النفع العام وتتلقى الدعم من الشركات المساهمة الكويتية من صافي الأرباح السنوية لهذه الشركات.
- الهدف العام للمؤسسة هو المعاونة في سبيل التطور العلمي والحضاري.



أهداف المؤسسة

- دعم الأبحاث الأساسية والتطبيقية من خلال منح تقدمها في مجالات العلوم الطبيعية والهندسية والصحية والغذائية والاجتماعية والاقتصادية وغيرها.
- تقديم المنح لتشجيع ودعم الأبحاث المتعلقة بالمشاريع وأعمال التطوير والتجارب ذات الصلة بالاقتصاد الكويتي.
- تقديم المنح والجوائز والمكافآت لدعم التطور الفكري في الكويت والأقطار العربية الأخرى.
- العمل على تدريب المواطنين الكويتيين من خلال منحهم بعثات وزمالات بغرض الدراسة والتدريب وكذلك إقامة الندوات والمؤتمرات العلمية.
- تشجيع ودعم وتنمية مشاريع البحوث والبرامج العلمية المشتركة بين الهيئات العلمية الكويتية من جهة والعربية والدولية من جهة أخرى.

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب 25263 الصفاة 13113 الكويت

E-mail:author@kfas.org.kw

www.kfas.org